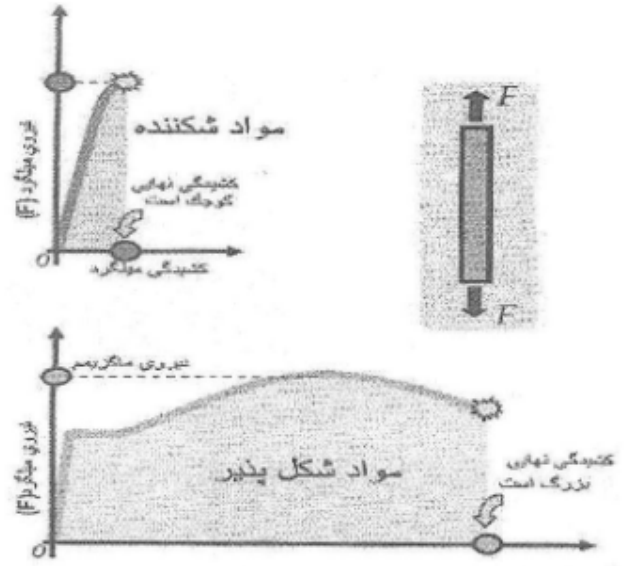
سازه هاي مصالح بنايي

ايمان الياسيان،كارشناس ارشد سازه Iman.Elyasian@gmail.com

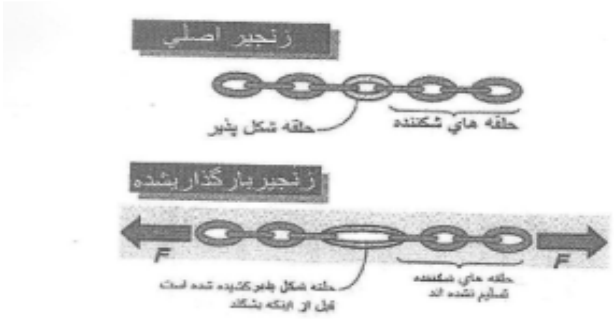
انواع ساختمانهاي مصالح بنايي

1- غير مسلح (بدون كلاف قائم - با ملافهاي قائم وافقي)
2- مسلح (ديوارها مسلح مي باشد)

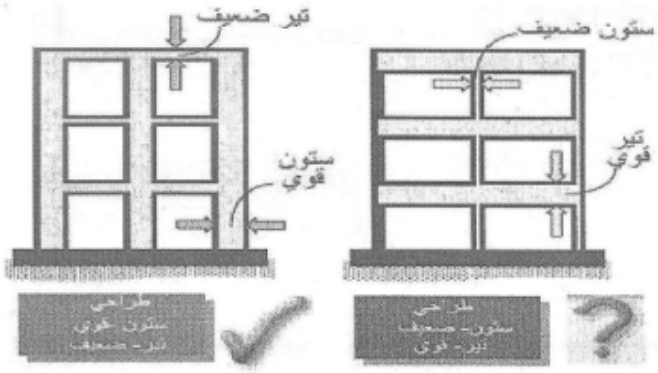
براي كرسي چيني از ملات ماسه سيمان 3 به 1 - ماسه سيمان آهك(باتارد) 1به1 به 6 - ماسه آهك (هوايي) 2به 5 و براي ديوارها از ملات ماسه سيمان 3به 1 و ملات باتارد (ماسه سيمان آهك) 1به2 به 8 استفاده مي شود.ملات ساروج متشكل آهك شكفته خاكستر الك شده، خاك رسو ماسه بادي به نسبت 10 ، 7 ، 1 ،1 براي آب بندي كردن ديوار و پي استفاده مي شود . ملات كاه گل در ساختمانهاي خشتي يا اندود روي ديوار يا روي بام ، ملات گل آهك (شفته آهك (آبي)به حجم 1 آهك و 3 حجم خاك (شيره آهك با خاك مخلوط شده) و ملات ماسه آهك (هوايي) براي آجرچيني با نسبت 2 به 5 ، ملات ماسه سيمان(آبي) بهترين نسبت حجمي براي ساخت ديوارهاي آجري،سنگي و بلوكي (سيمان 1 و ماسه 3) مي باشد



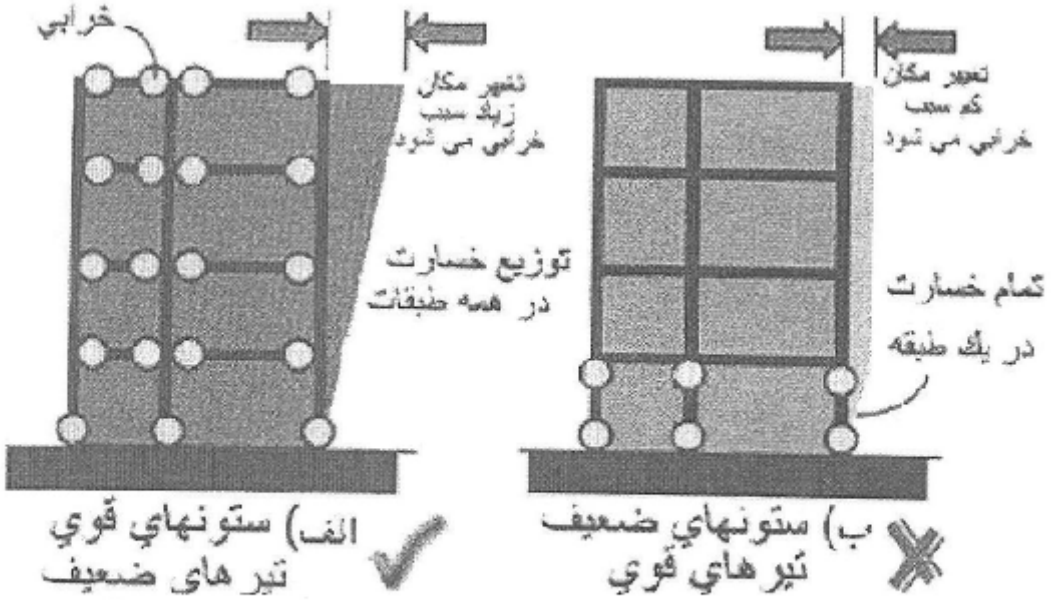
آزمایش کشش روی مواد- مواد شکل پذیر در مقابل مواد شکننده



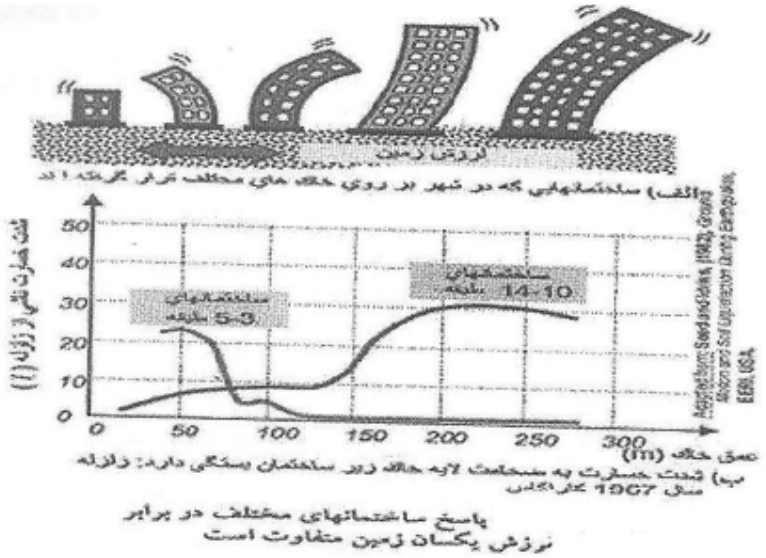
طراحی زنجیر شکل پذیر



طراحی ساختمانهای بتن آرمه:
تیرها بایستی همانند حلقه های ضعیف عمل کنند- این روش طراحی می تواند اندازه اعضا را به طور مناسبی بدست آورد و مقدار درستی از میلگردهای فولادی را در آنها تعیین کند

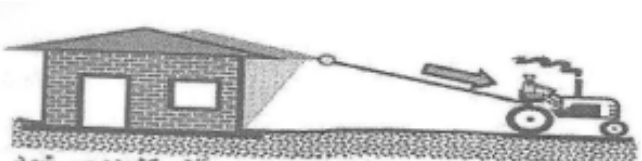


دو طراحی مجزا ساختمان که منجر به عملکردهای متفاوتی در برپر زلزله می شود- ستونها بایستی قویتر از تیرها باشند

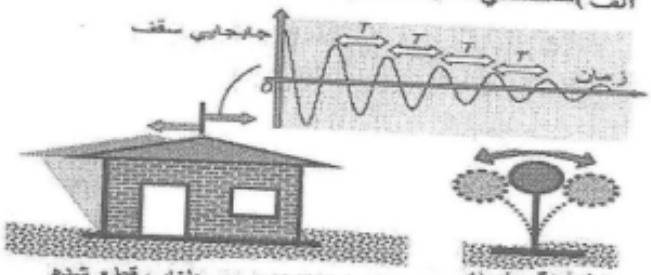


ب) شدت خسارت به ساختمان لایه خاک زیر ساختمان بستگی دارد: زلزله سال 1967 کراکاس

پاسخ ساختمانهای مختلف در برابر
نرزش یکسان زمین متفاوت است



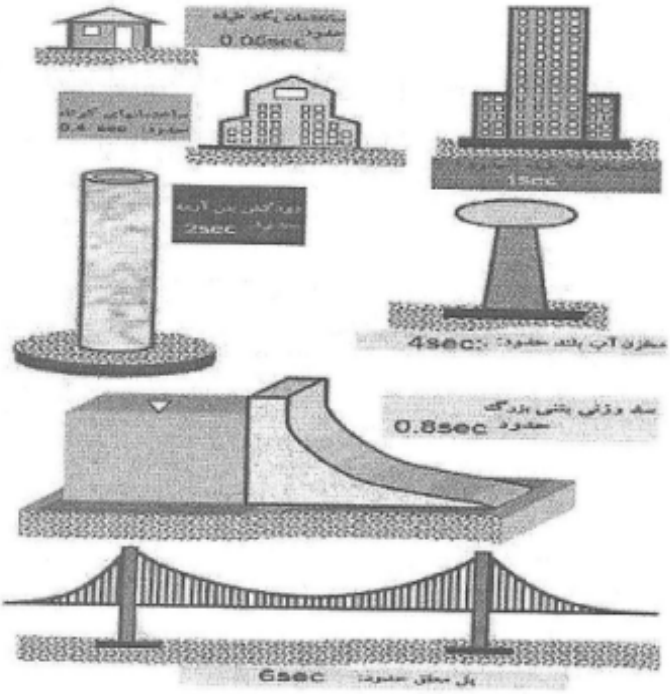
الف)ساختماني كه با طناب بسته شده به سقفش كشيده مي شود



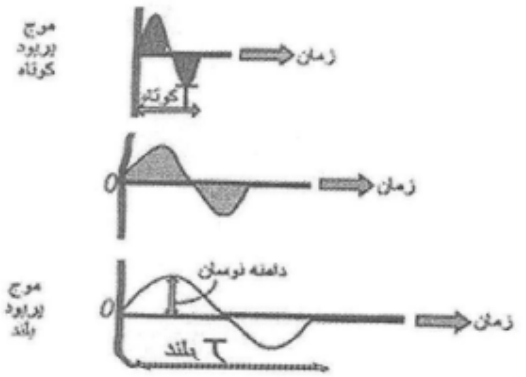
مدل آونگ وارونه

ب) دوسان ساختمان زوي طناب قطع شده

پاسخ ارتعاش آزاد یک ساختمان:
حرکت رفت و برگشت متناوب

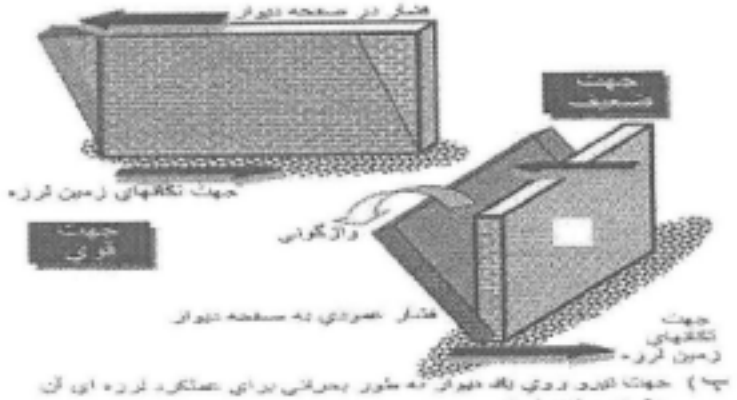


پریودهای طبیعی اصلی سازه های مختلف دامنه تغییرات زیادی دارند. مقادیر پریود طبیعی نشان داده شده به ویژگیهای واقعی سازه بستگی دارد.



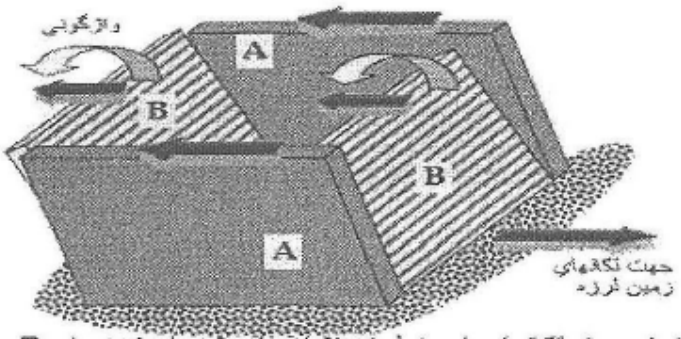
حرکت زمین در اثر زلزله طوری نوسان
توسط امواج با پریودهای مختلف انتقال داده می شود

الف) اجزای اساسی یک ساختمان با مصالح بنایی

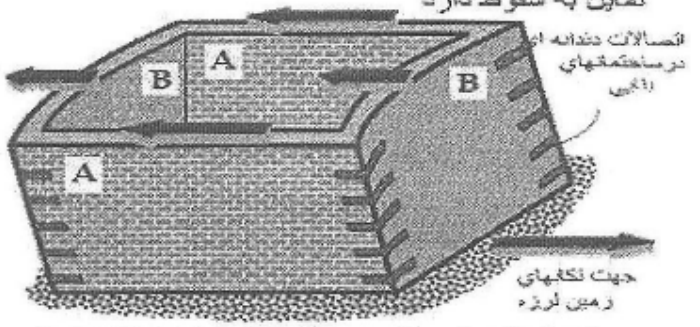


ب) جهات لرزه روی یک دیوار که طور بحرانی برای عملکرد لرزه ای آن مشخص شده است

اجزای اساسی ساختمان با مصالح بنایی - دیوارها
به جهت نیروهای زلزله حساس هستند

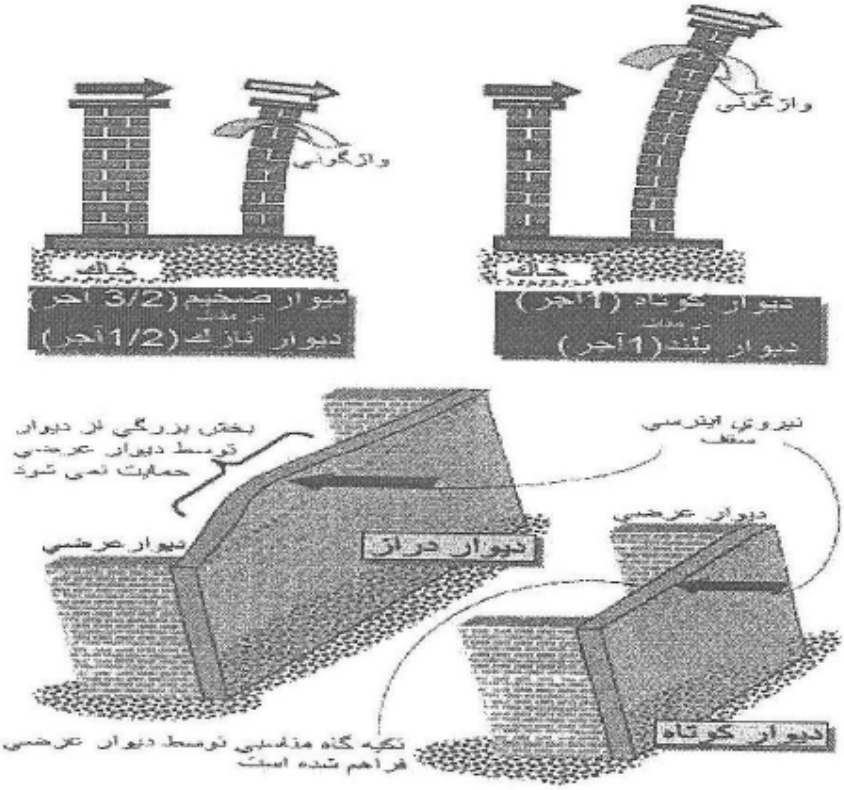


الف) جهت تکانهای زمین لرزه نشان داده شده است دیوار B تمایل به سقوط دارد



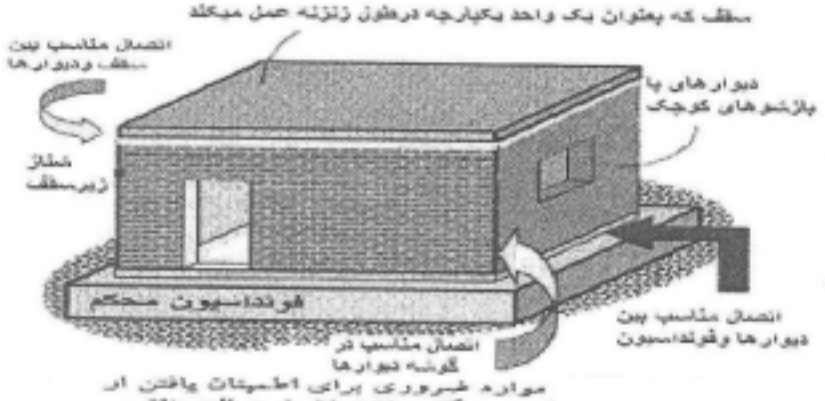
ب) دیوار B به طور متناوب به دیوار Aمتصل شده است: دیوار A نگهدارنده دیوار B است

مزیت تقسیم کردن بین دیوارها- چنین
حالتی فقط با اتصال مناسب دیوارها حاصل می شود

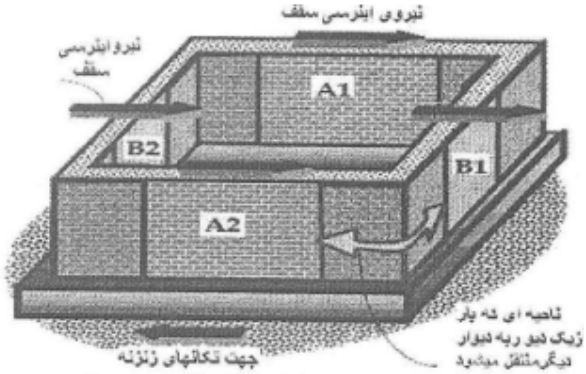


دیوارهای لاغر آسیب پذیر هستند

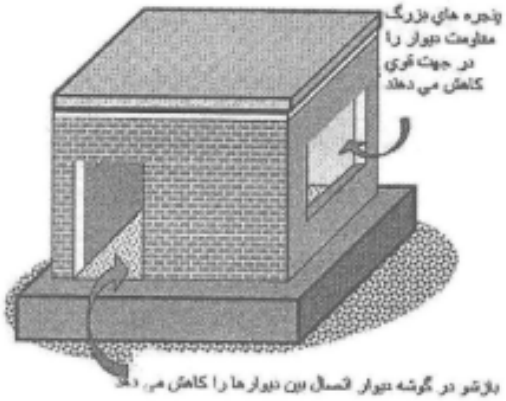
نوع ساختمان	تعداد طبقات	زیر زمین	طبقه اول	طبق دوم
ساختمان هاأجري	يك طبقه	%۶	%۴	-
	دو طبقه	%۸	%۶	%۴
ساختمان هاي با بلوك سيماني	يك طبقه	%۱۰	%۶	-
	دو طبقه	%۱۲	% ۱۰	%۶
ساختمان هاي سنگي	يك طبقه	%۶	%۵	-
	دو طبقه	%۸	% ۸	%۵



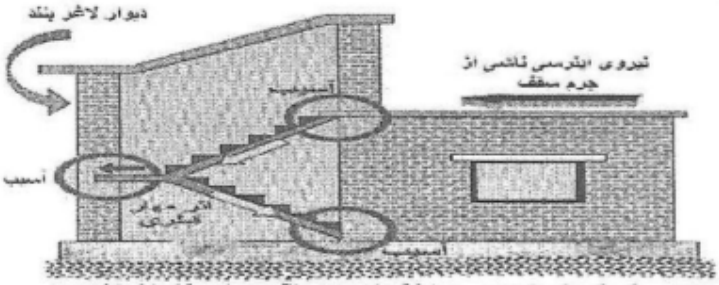
موارد ضروری برای اطمینان یافتن از عمل یکپارچه ای در یک ساختمان با مصالح بنائی



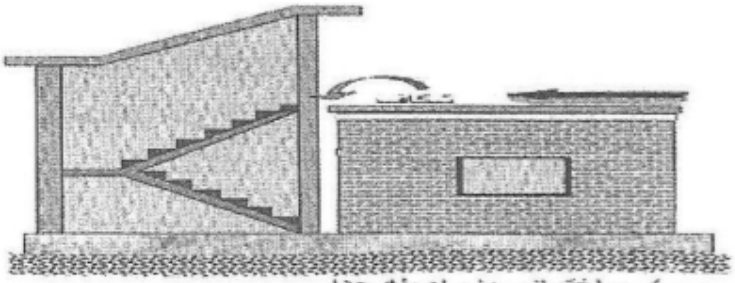
نیروهای انتقال یافته از یک دیوار عرضی به دیوارهای برشی در یک ساختمان با مصالح بنائی- دیوارهای B 2 ، B 1 دیوارهای A2، A1 را فشار می دهند و یا آنها را می کشند



بازشوها باعث ضعیف شدن دیوارها در ساختمان بنایی می شوند- یک کلاف افقی بایستی در بالای همه آنها فراهم شود

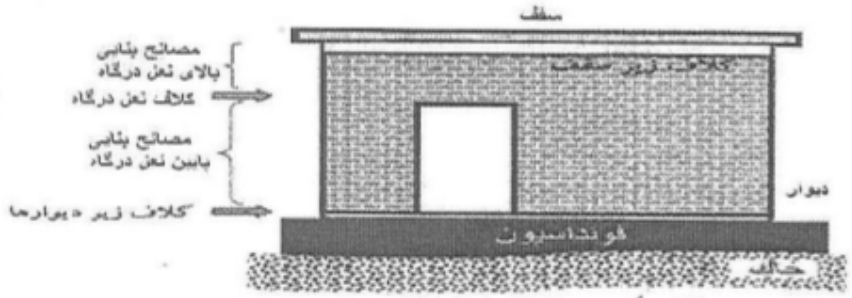


الف) خسارت در ساختمان در اثر راه پله نامناسب

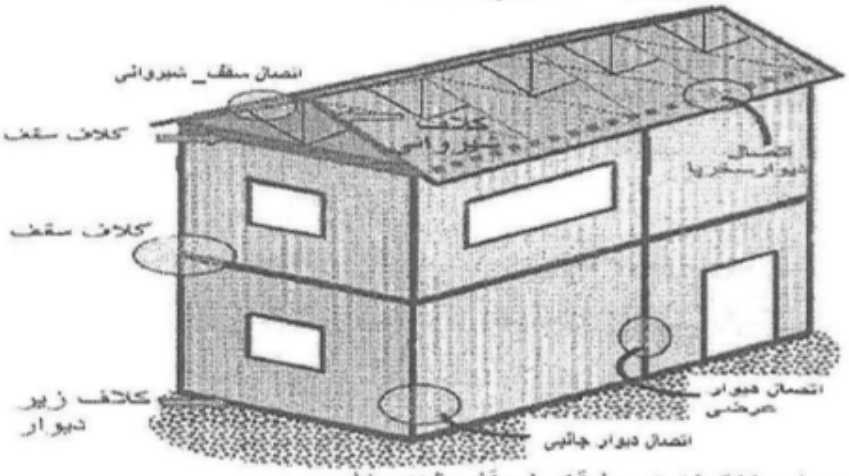


ب) ساختمانی با راه پله جدا

جزئیات راه پله مقاوم در برابر زلزله در ساختمانهای
با مصالح بنائی - بایستی با دقت طراحی شوند

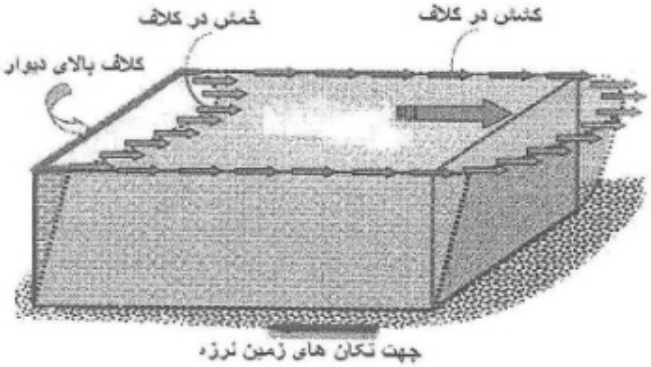


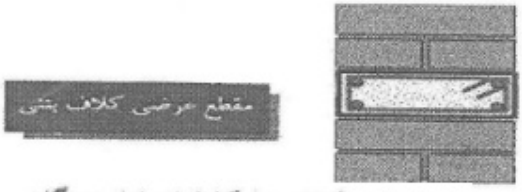
الف) ساختمانی با سقف تخت



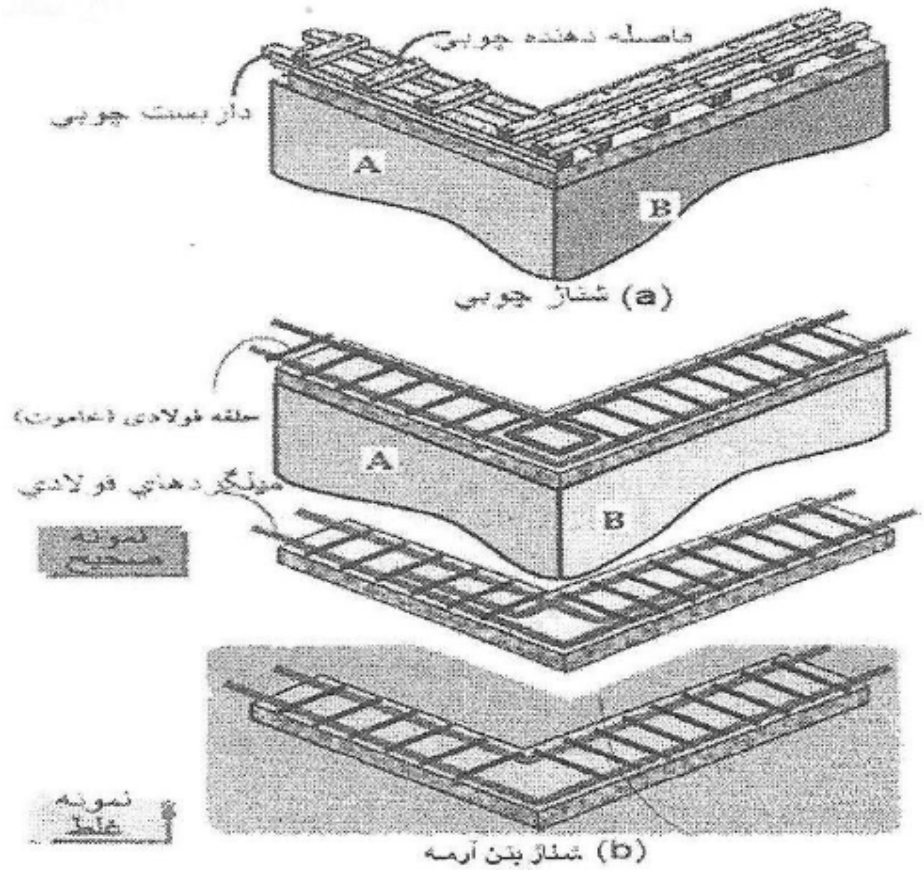
ب) ساختمان دو طبقه با سقف شیب دار

کلافهای افقی در ساختمان با مصالح
بنائی - بهبود مقاومت در برابر زلزله

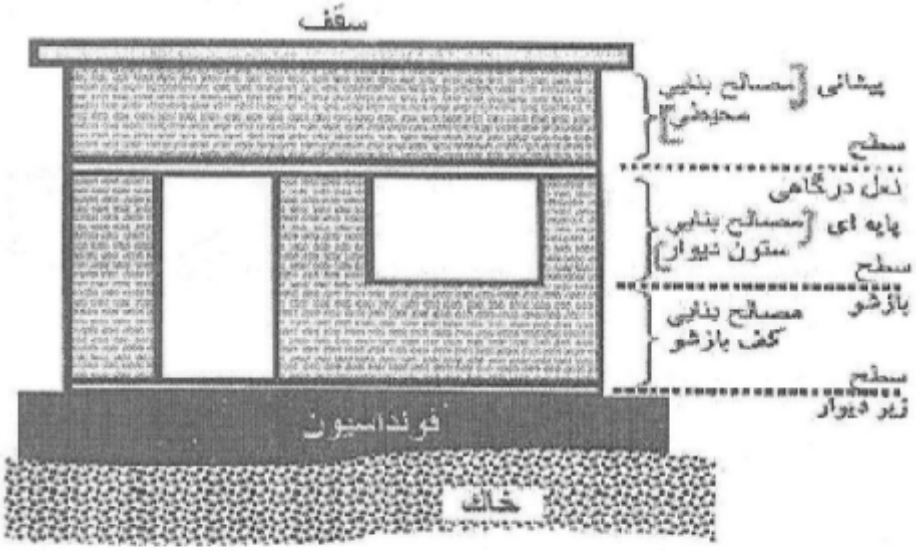




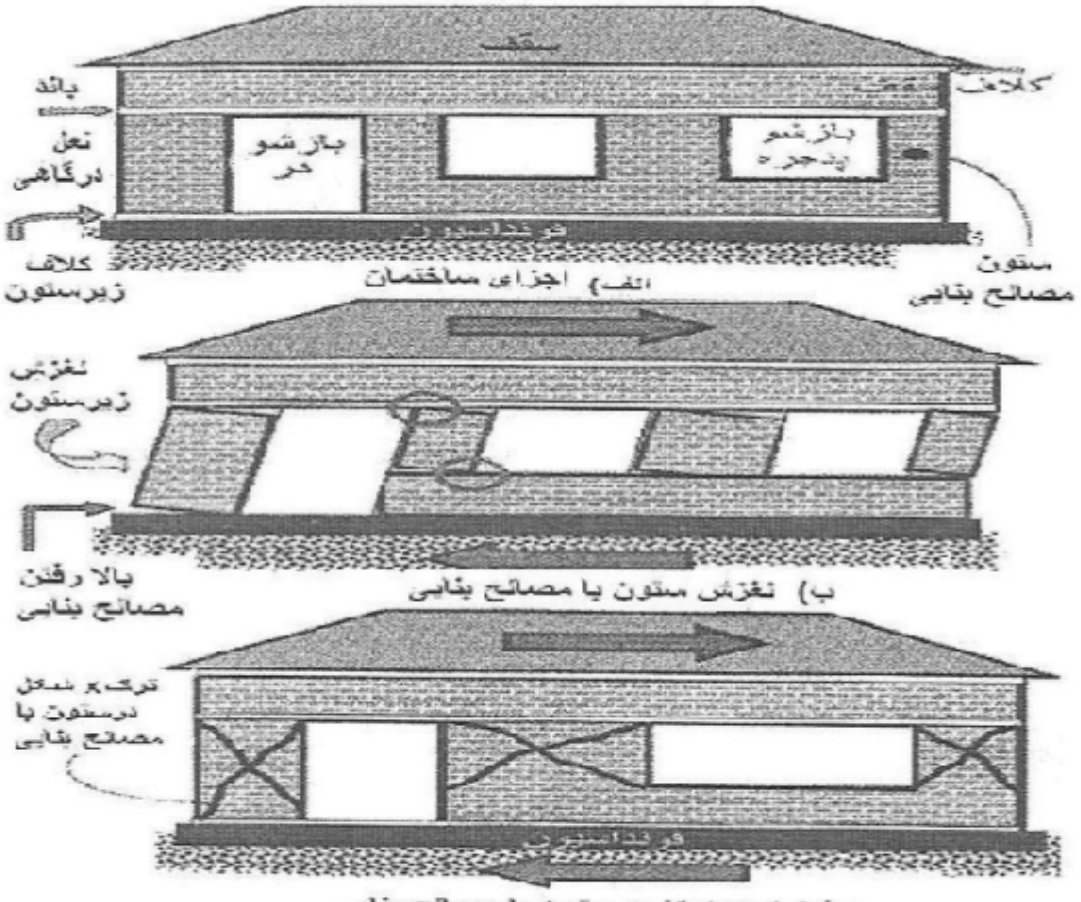
خمش و کشش در کلافهای نعل در گاهی
کلافها بایستی توانایی مقاومت را داشته باشند



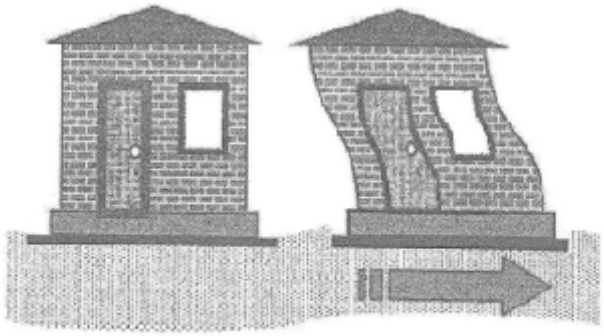
شناژهای افقی در ساختمانهای با
مصالح بنائی -- شناژهای بتن آرمه بهتر هستند



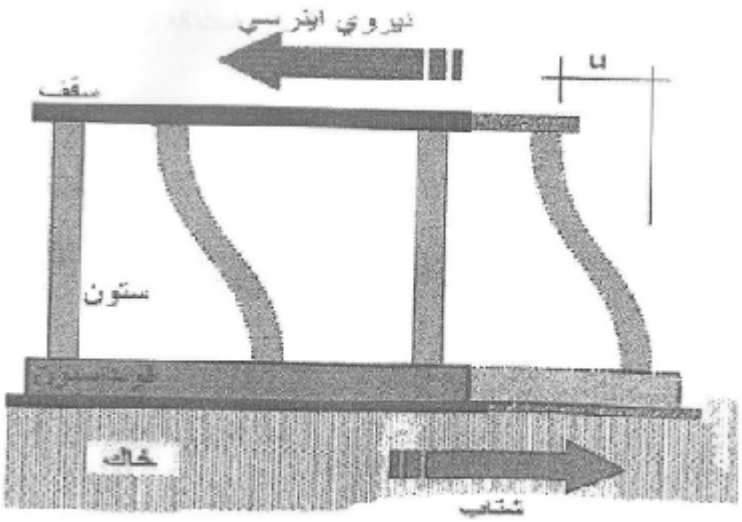
زیر مجموعه ها در ساختمانهای با مصالح بنائی - دیوارها
در هنگام زلزله به صورت واحدهای مجزا عمل می کنند



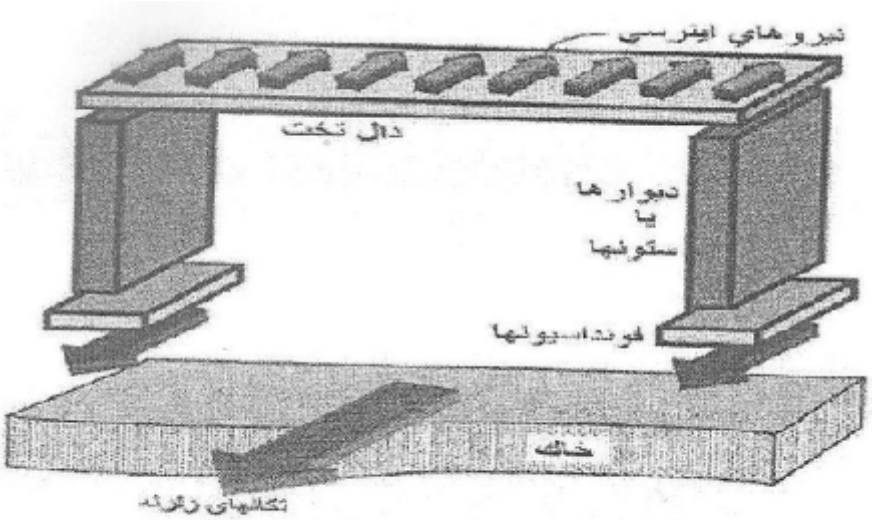
پاسخ زلزله در یک ساختمان بنائی با سقف شیبدار
تقویت کننده های خاتم در دیوارها فراهم نشده است.



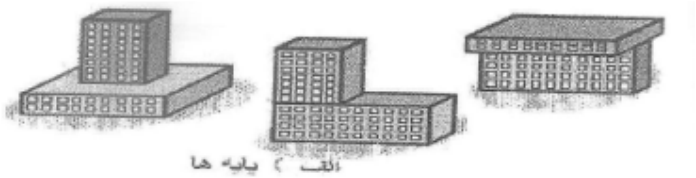
اثر اینرسی در یک ساختمان وقتی که در پایه اش می لرزد



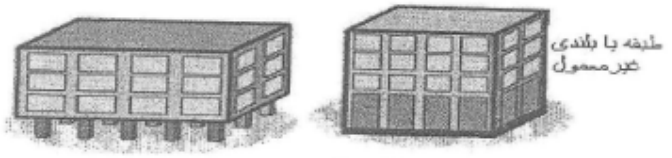
نیروی اینرسی وحرکت نسبی در یک ساختمان



جریان نیروهای اینرسی لرزه ای
از میان همه اجزا سازه



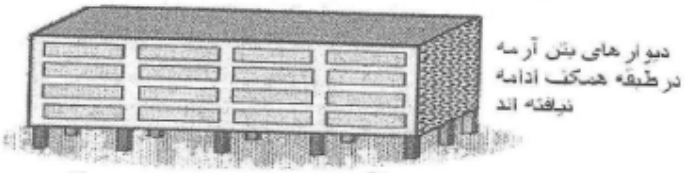
الف) پایه ها



ب) طبقه نرم یا ضعیف

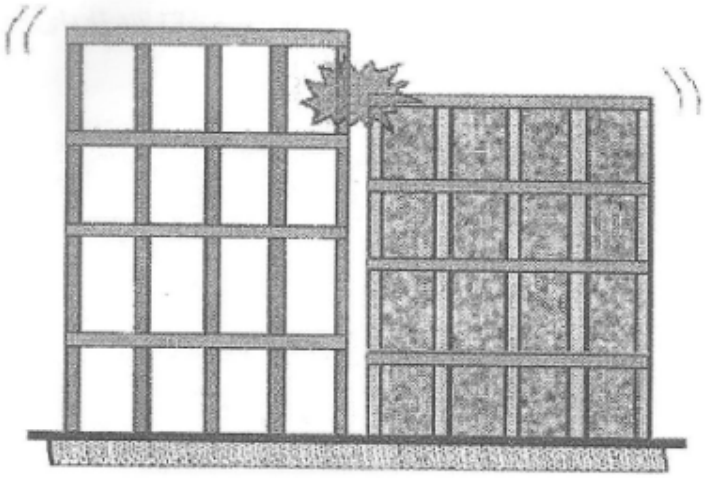
پ) زمین شیب دار

ت) ستون های شناور یا آویزان

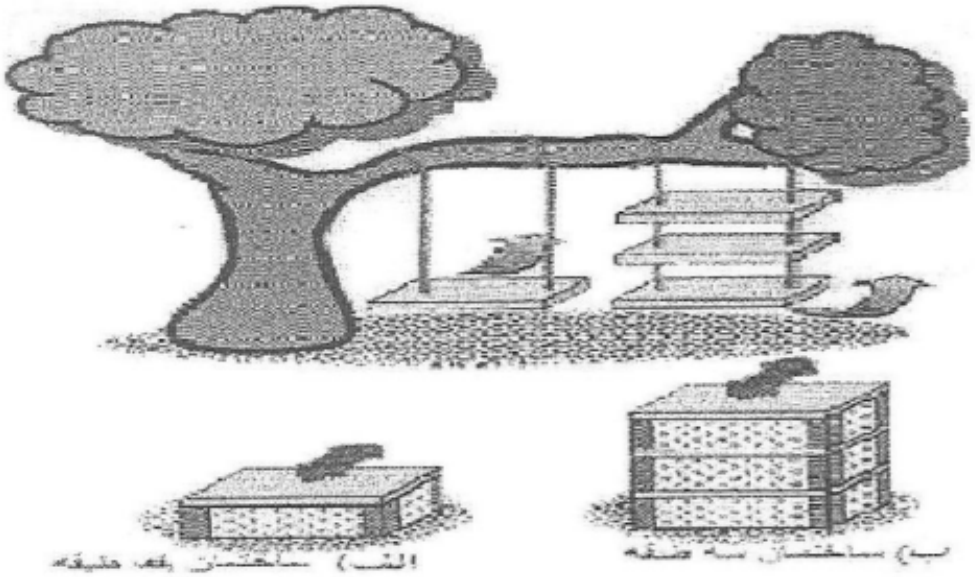


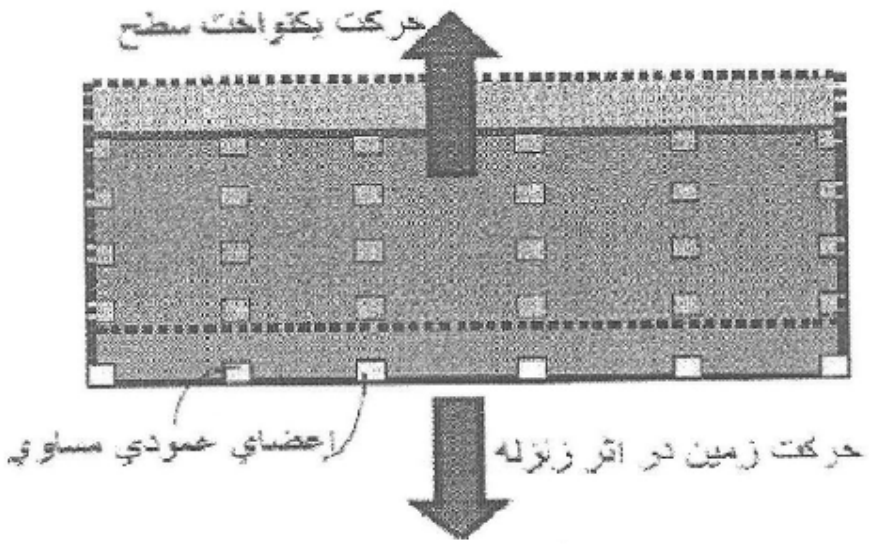
ث) اعضای سازه ای غیر پیوسته

انحرافات ناگهانی در مسیر انتقال بار در
طول ارتفاع باعث عملکرد ضعیف ساختمان می شود

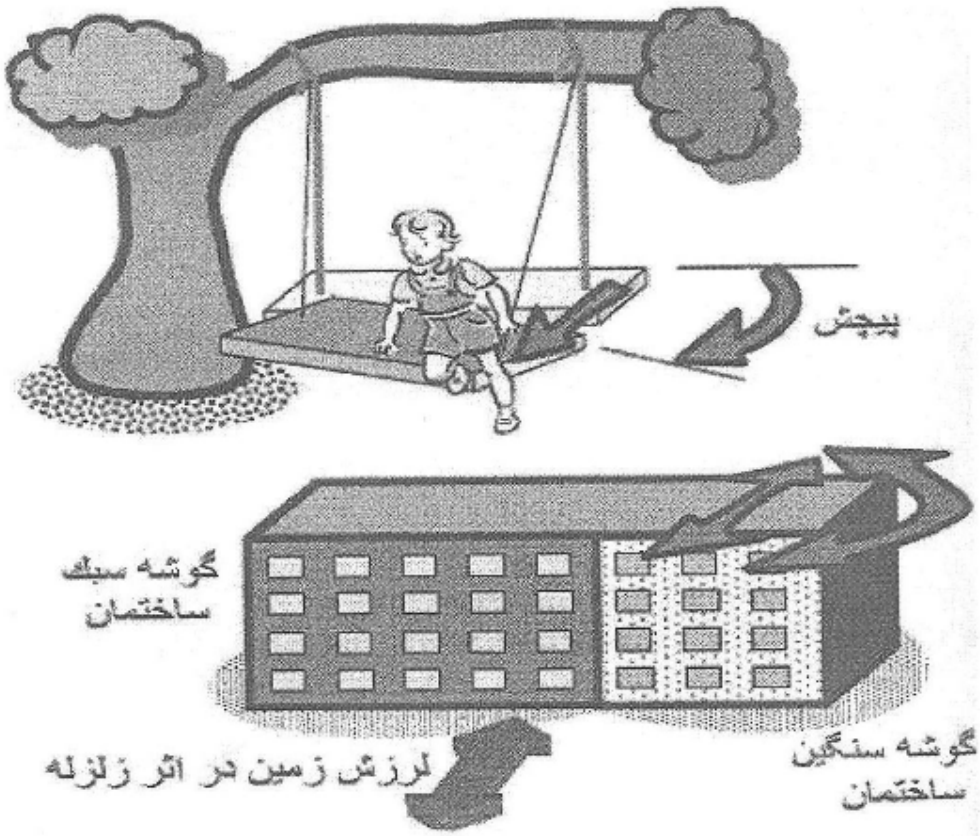


در اثر ارتعاش افقی دو ساختمان مجاور
به هم ضربه وارد می کنند

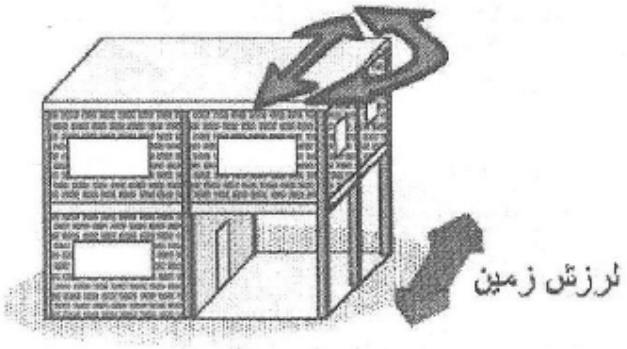




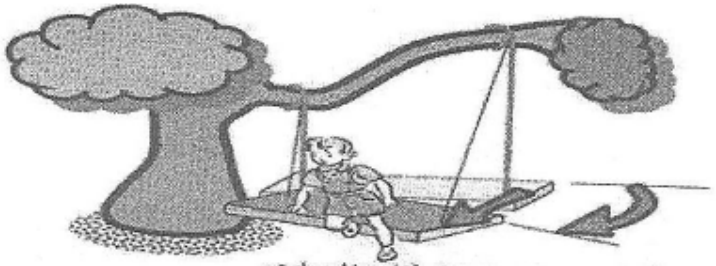
اعضای عمودی مساوی که به طور یکنواخت در پلان
ساختمان قرار دارند در همه نقاط سطح به مقدار یکسان حرکت می کنند



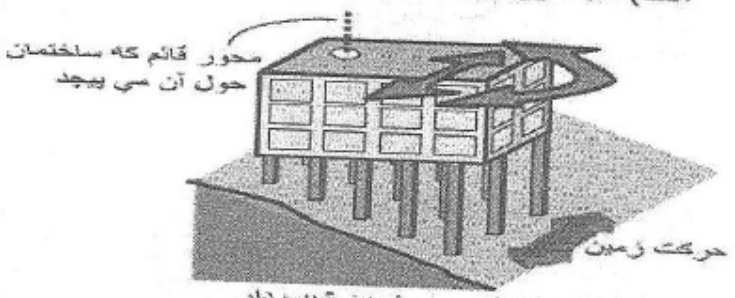
جرم بیشتر در یک گوشه ساختمان سبب پیچش سطح آن می شود
حتی اگر اعضای قائم در پلان ساختمان به صورت یکنواخت قرار داشته باشند



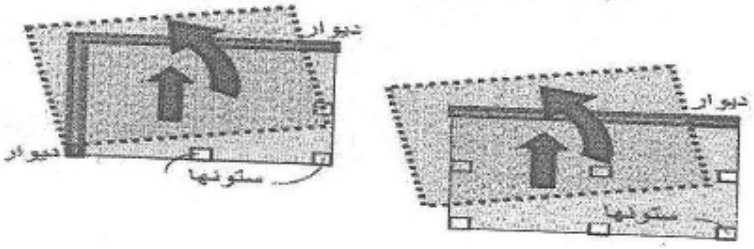
ساختمانهایی که در یک طرف دارای طبقه
همکف باز می باشند در هنگام زلزله دچار پیچش می شوند



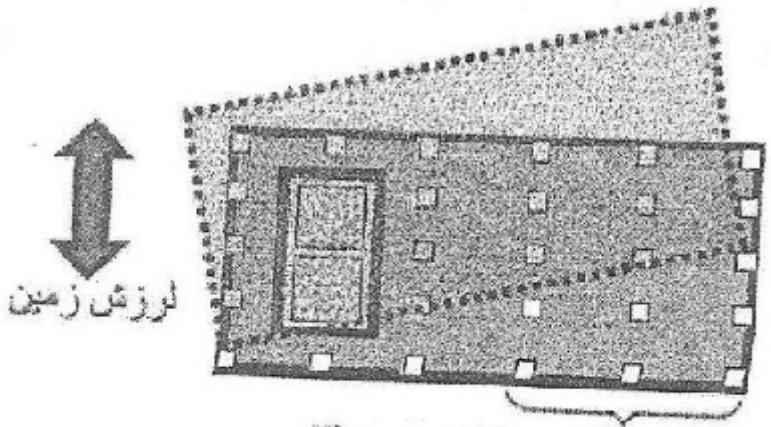
الف) تاب خوردن با طناب نامساوي



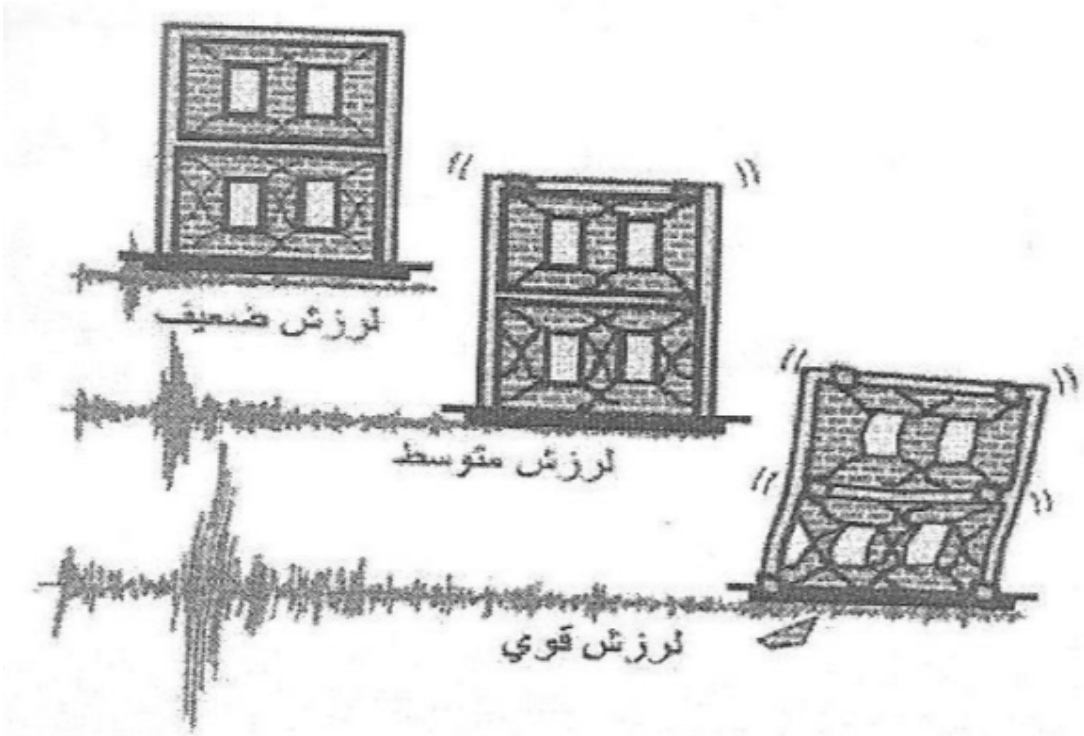
پ) ساختمان روي زمين شيب دار



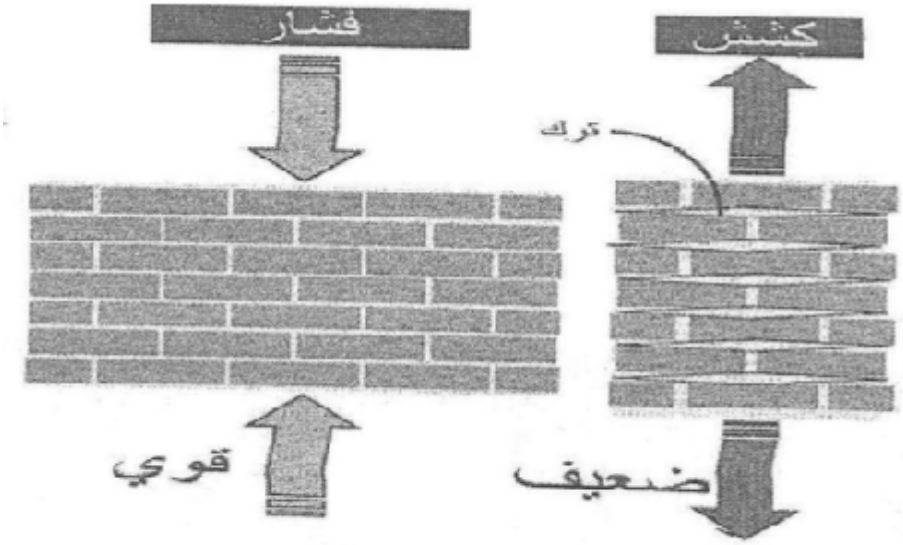
ساختمانهایی دارای اعضای عمودی نا مساوی
حول محور قائم دچار پیچش می شوند



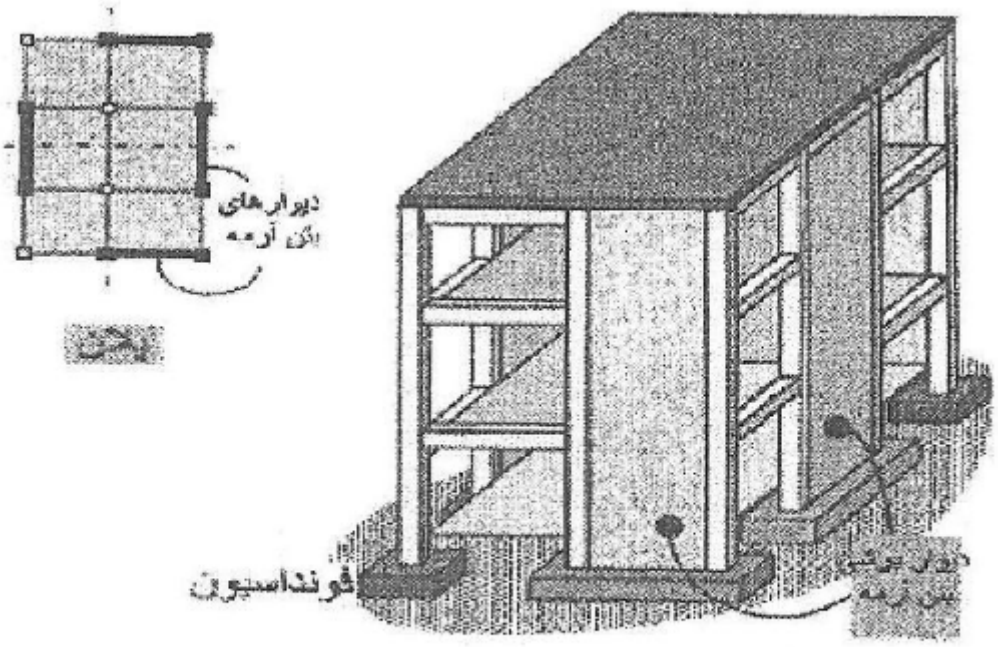
اين ستونها آسيب بيشتري مي بينند
ساختمانهایی که اعضای قائم آنها حرکت افقی بیشتری دارند
آسیب بیشتری متحمل می شوند



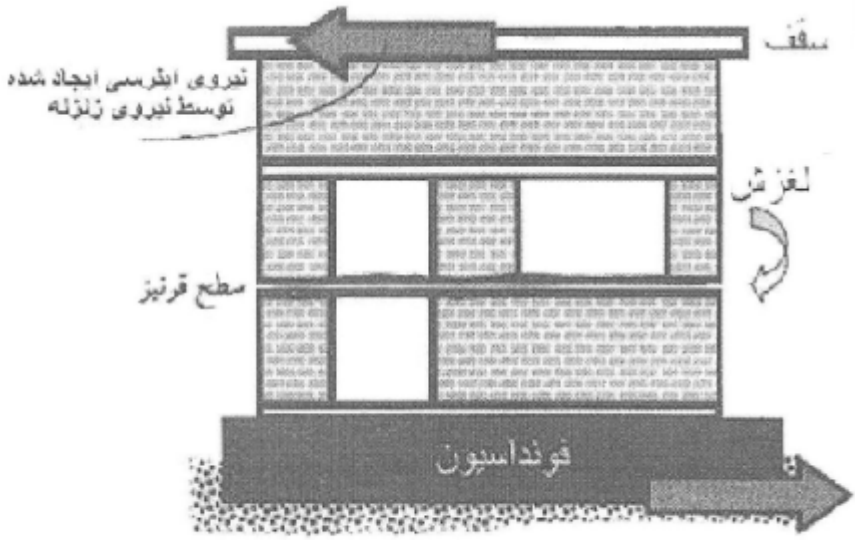
عملکرد واقعی تحت شدتهای مختلف زلزله - تعمیر خسارتهای کم
ناشی از زلزله های متوسط و جلوگیری از ویرانی در زلزله های قوی



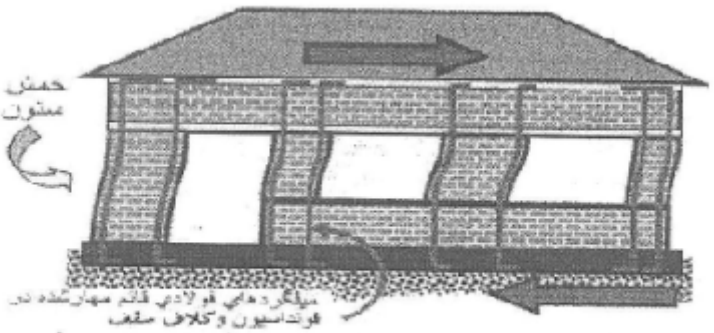
مصالح بنایی در برابر فشار مقاوم اما
در برابر کشش ضعیف هستند



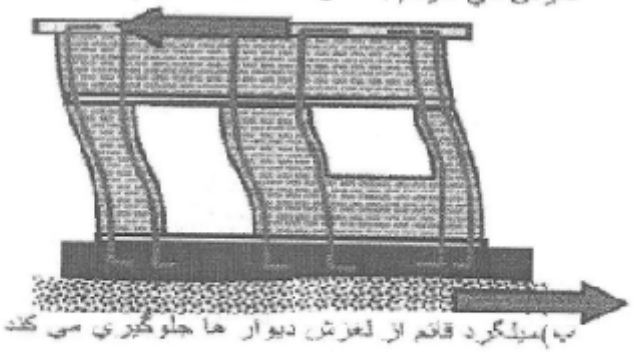
دیوارهای برشی بتن آرمه در ساختمانها -
سیستم سازه ای عالی برای مقاومت در برابر زلزله



لغزش افقی در سطح قرنیز یک ساختمان
با مصالح بنائی - بدون تقویت کننده قائم

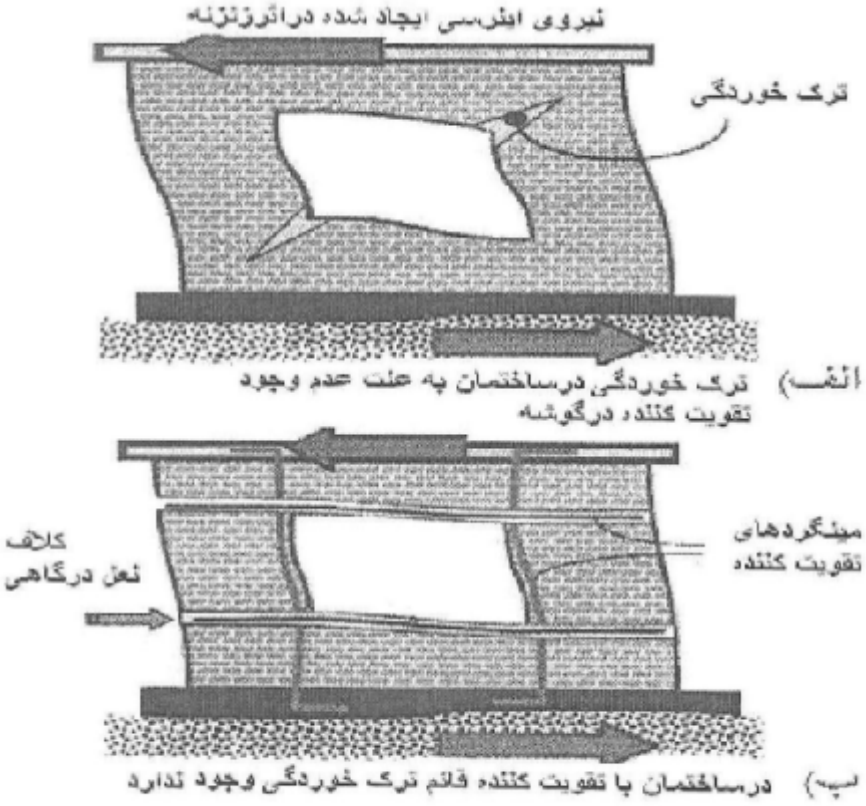


الف) میلگرد قائم سبب خمش ستون یا مصالح بنایی در محل لغزش می شود (به شکل ۱۵-۲ مراجعه شود)

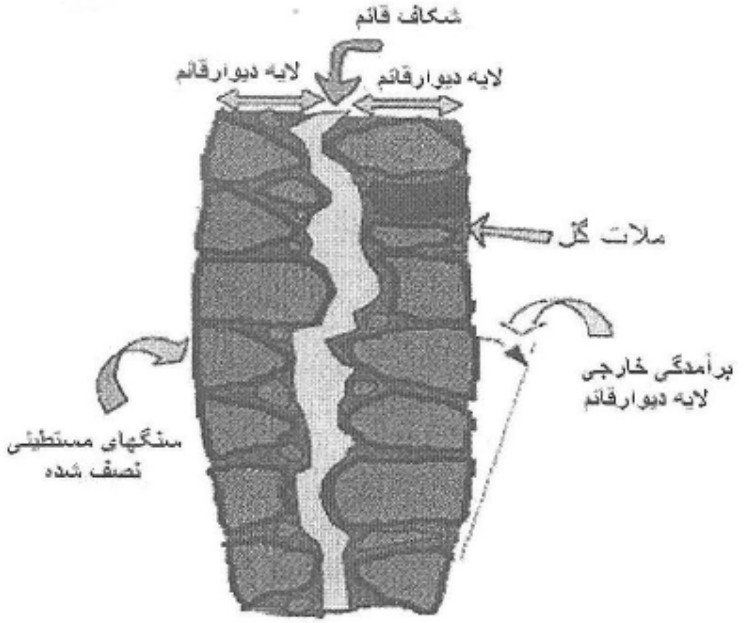


ب)میلگرد قائم از لغزش دیوار ها جلوگیری می کند

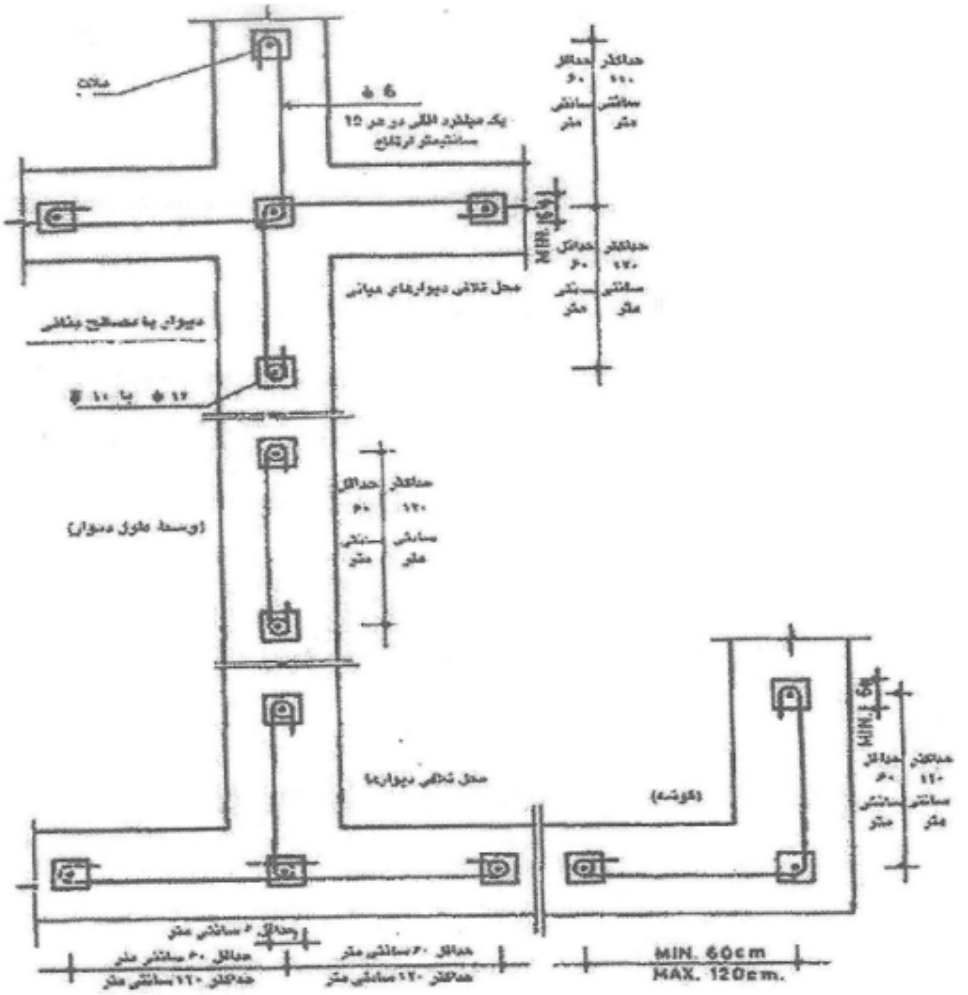
میلگرد قائم در دیوارهای با مصالح بنائی - رفتار دیوار اصلاح شده است



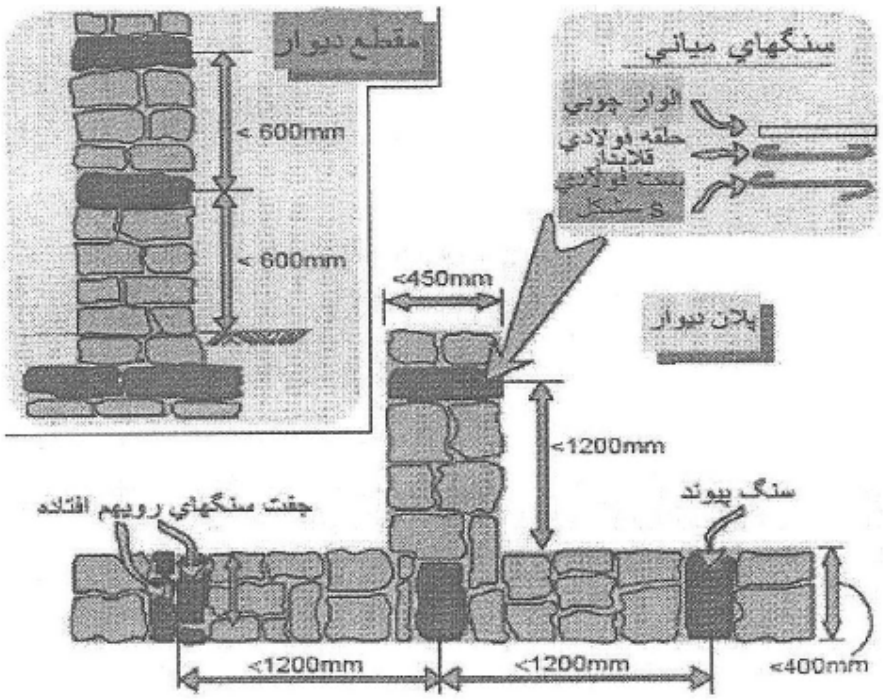
ترکهای گوشه بازشوها در ساختمان با مصالح بنائی



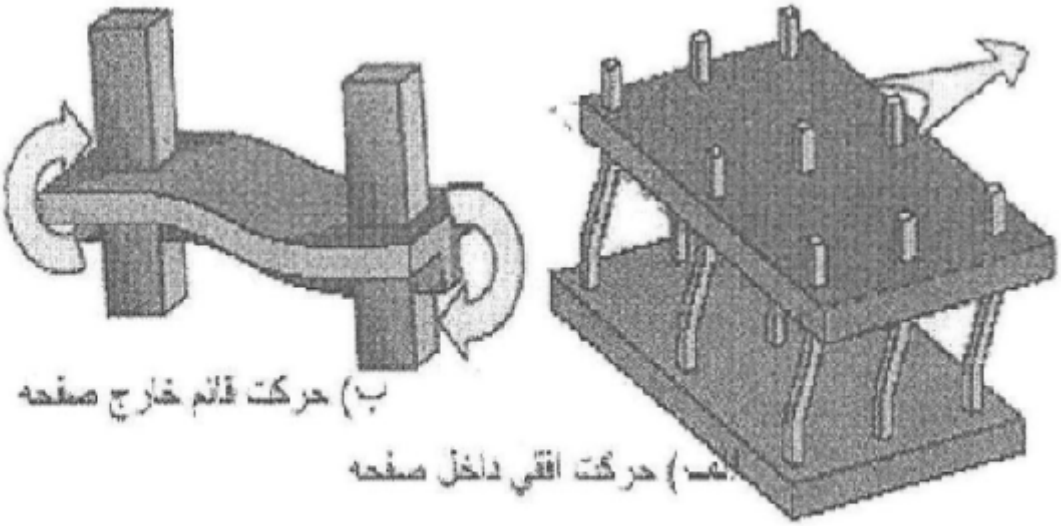
الگویی از مقطع عرضی یک خانه سنگی سنتی - دیوارهای ضخیم بدون سنگهایی که در شکاف عرضی بین دو لایه قائم قرار دارند



جزئیات میلگردهای قائم و افقی مهاری دیوارها



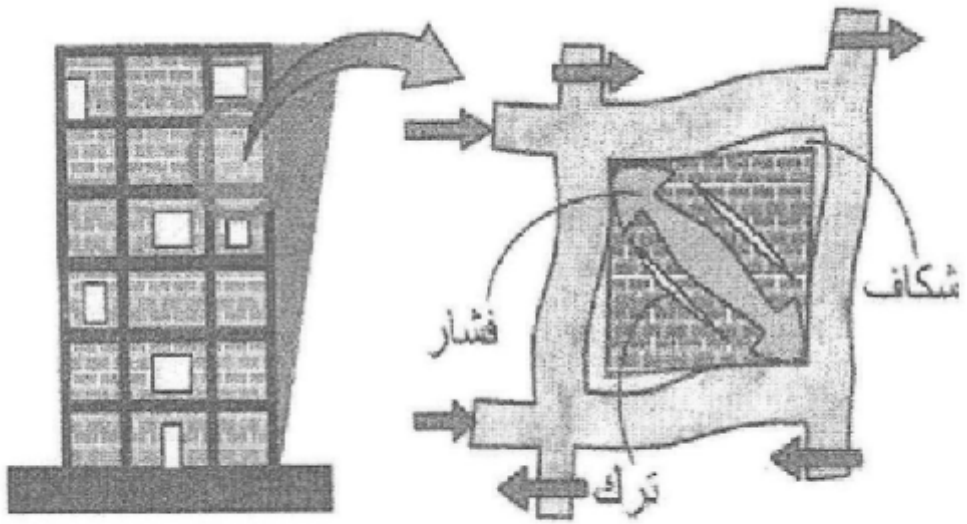
استفاده از سنگهای میانی یا سنگهای پیوند در
دیوارهای با مصالح سنگی



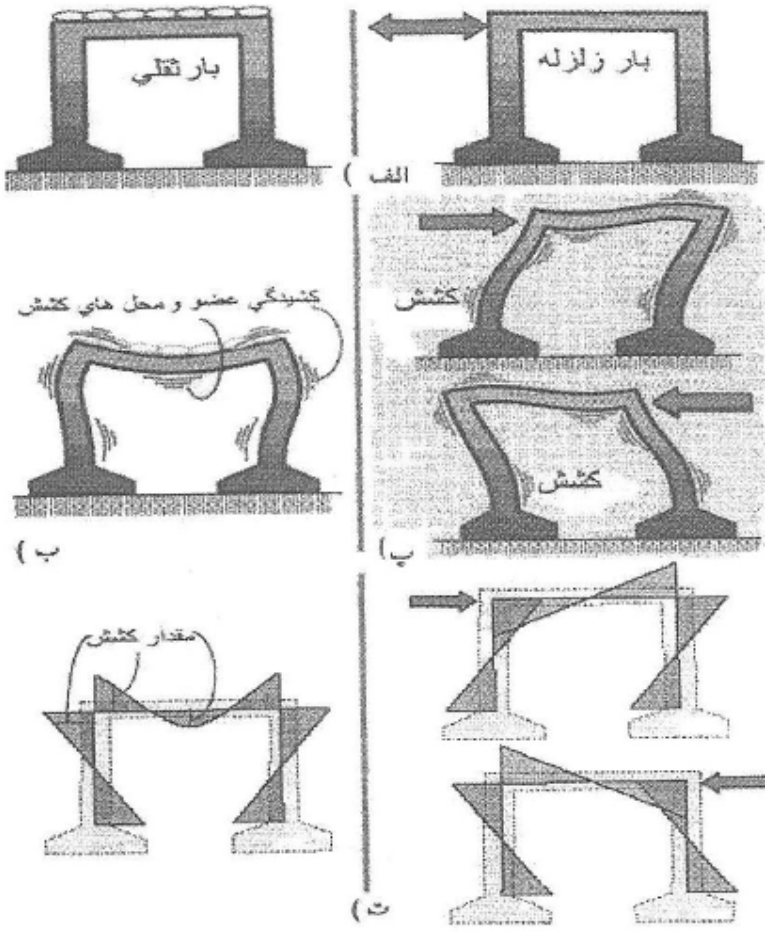
ب) حرکت قائم خارج صفحه

الف) حرکت افقی داخل صفحه

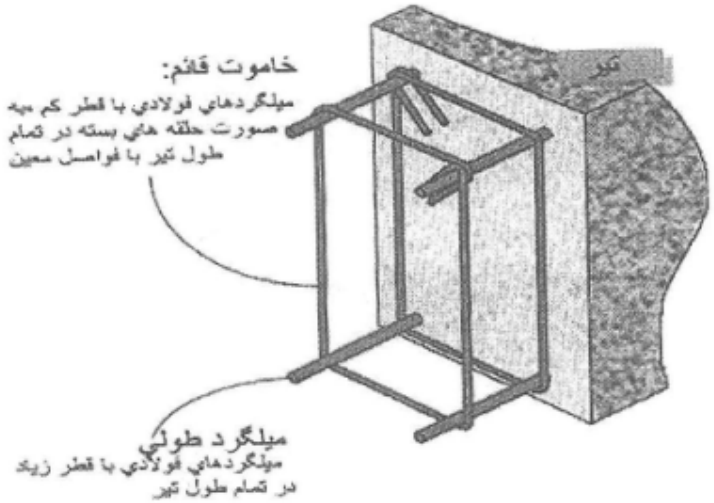
خمش کف طبقات به همراه تیر است اما همه
ستونها در یک تراز با همدیگر جابه جا می شود.



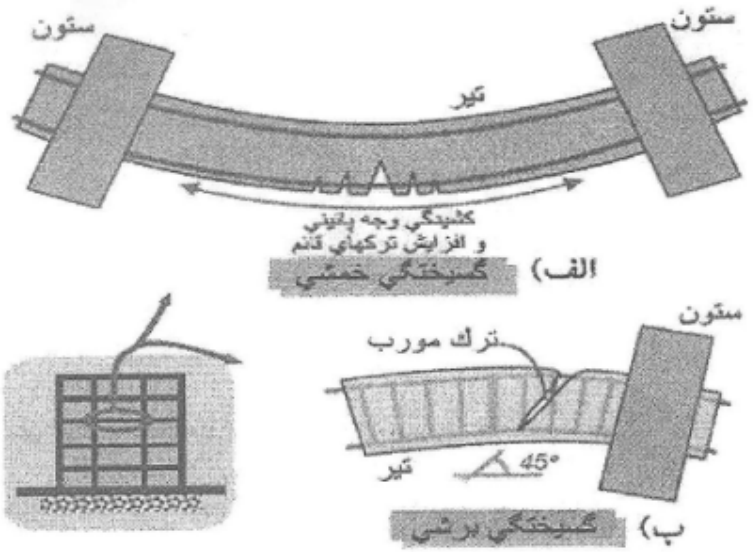
حرکت و جابجائی دیوارهای جداکننده به همراه ستون در اثر نیروی زلزله



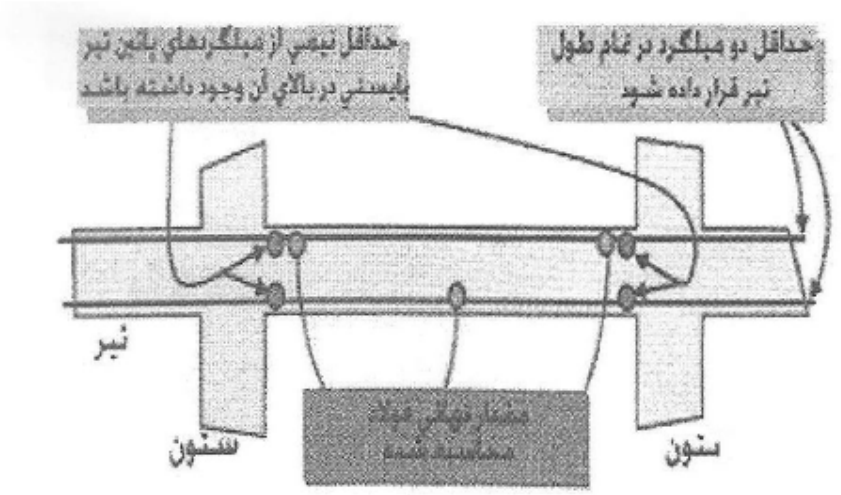
تکانهای زلزله سبب ایجاد کشش و فشار در اعضا می شوند
روی هر دو وجه اعضا تقویت کننده مورد نیاز است



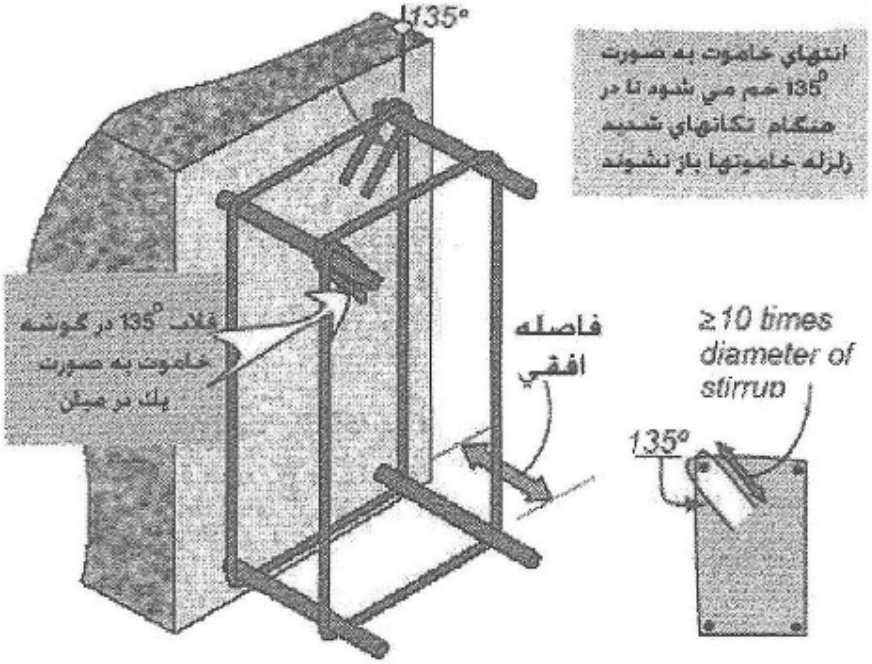
میلگردهای فولادی در تیر - خاموتها از خمش میلگردهای طولی به طرف خارج جلوگیری می کنند



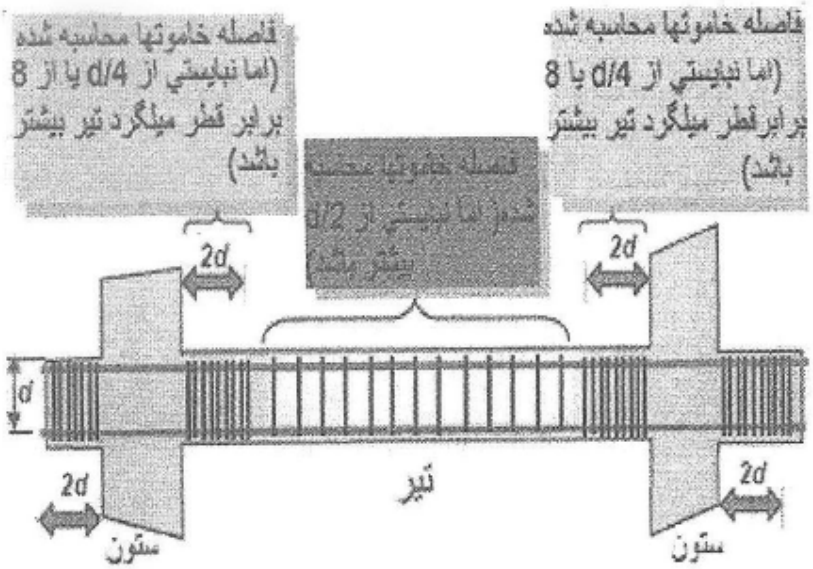
دو نوع خرابی در تیر - خرابی خمشی باید قبل از خرابی برشی اتفاق بیافتد. میلگردهای طولی در برابر نیروهای کششی ناشی از خمش مقاومت می کنند در حالی که خاموتهای قائم در برابر نیروهای برشی مقاومت می کنند



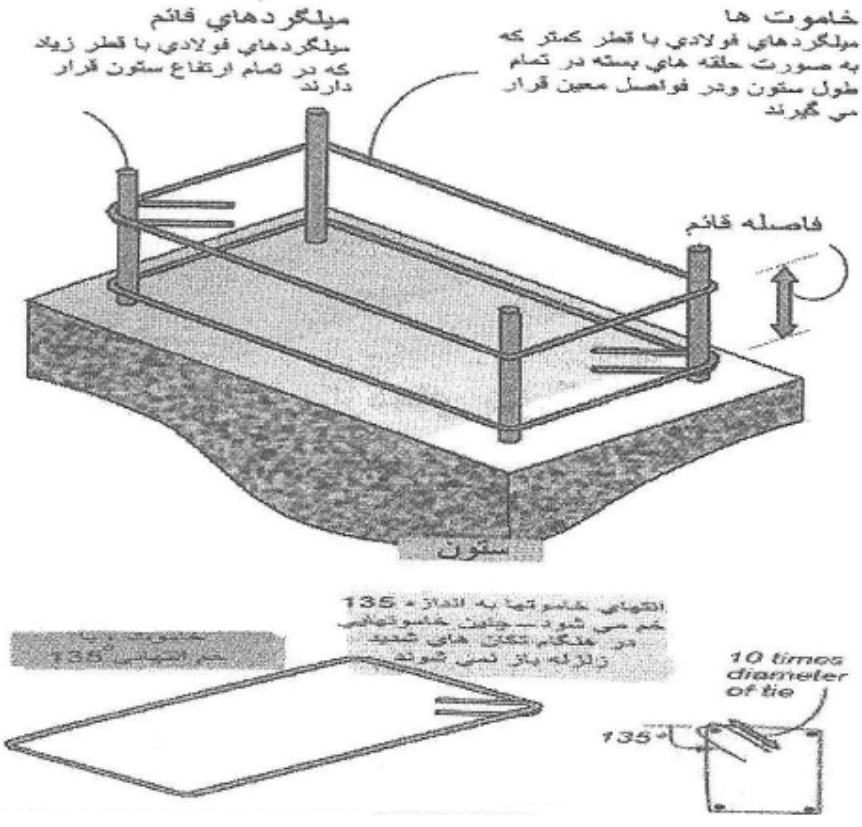
محل و مقدار میلگردهای فولادی طولی در تیرها -
این میلگردها در برابر نیروهای کششی ناشی از خمش مقاومت می کنند



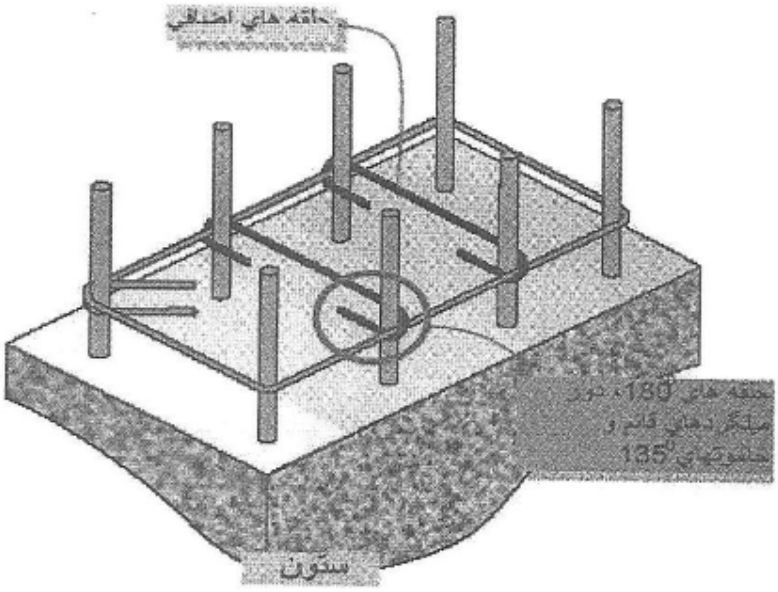
میلگردهای فولادی در تیرهای مرتعش- خاموتها بایستی
در انتهای قلاب ۱۳۵ درجه داشته باشند



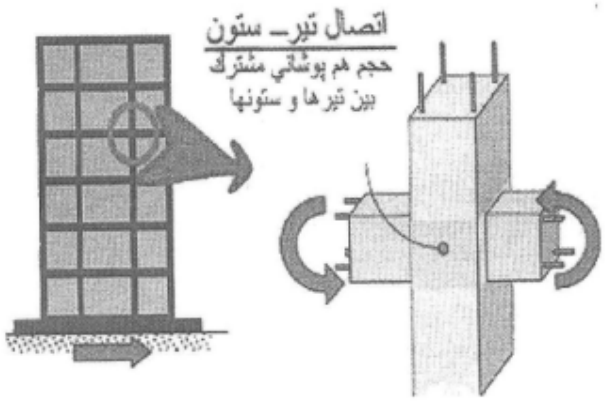
محل و مقدار خاموتهای قائم در تیرها



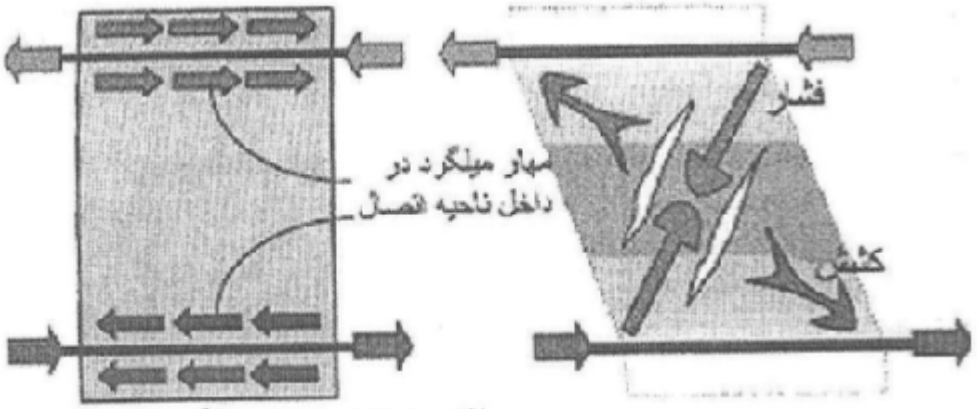
میلگردهای فولادی در ستونها- خاموتها عملکرد
ستونها را در زلزله های شدید بهبود می بخشند



حلقه های اضافی برای نگهداری بتن در محل مورد نیاز هستند- حلقه
۱۸۰ درجه برای جلوگیری از برآمدگی خارجی خاموتهای ۱۳۵ درجه ضروری می باشند



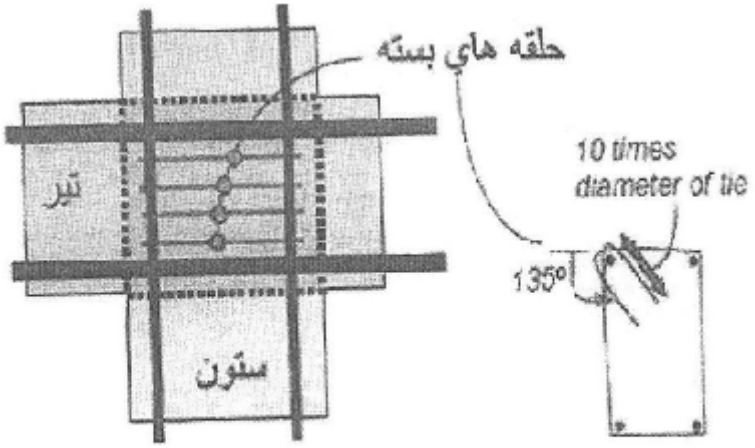
اتصالات تیر- ستون از قسمتهای بحرانی
یک ساختمان هستند- انها به طراحی نیاز دارند



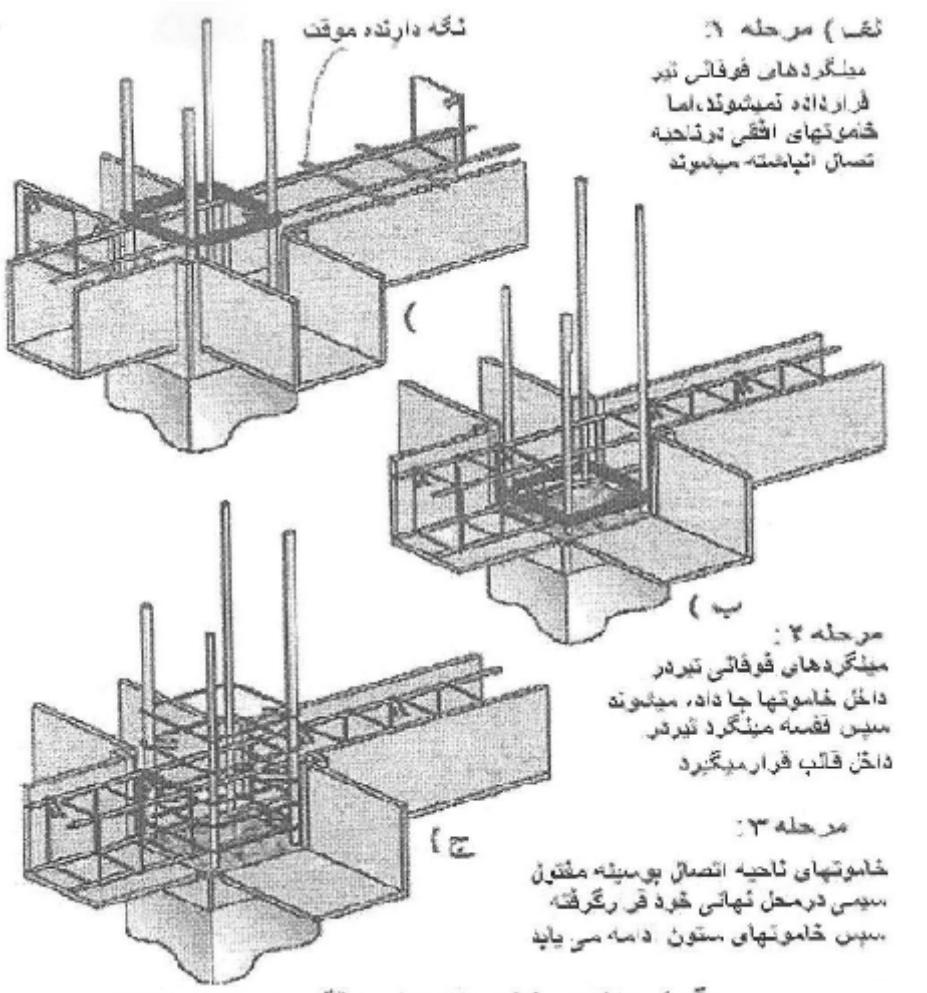
الف) فقدان مهار میلگردهاي تير در ناحيه اتصال:
پهناي زياد ستون و بتن مناسب ، در نگهداري ميلگردهاي تير كمك مي كند

ب) انحراف اتصال:
سبب ترك و شكست قطري بتن مي شود

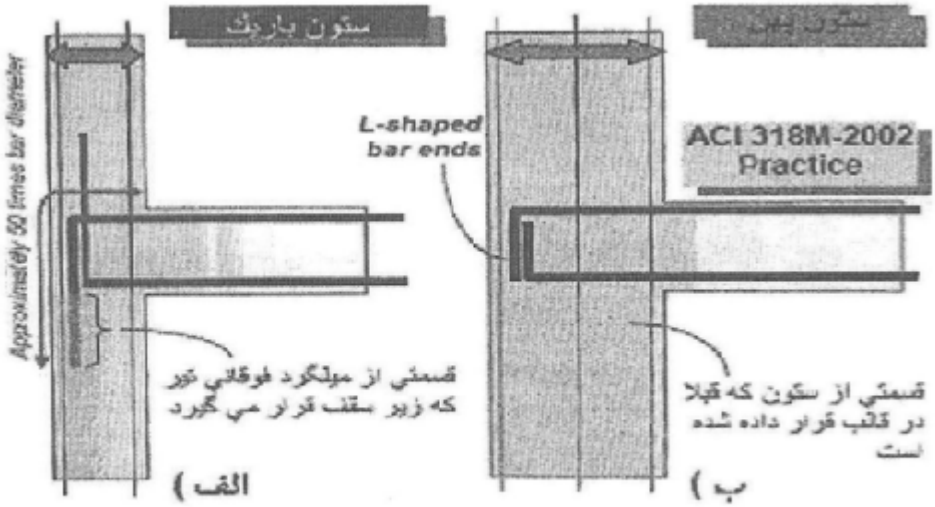
نیروهای کشش و فشار در اتصالات سبب ایجاد دو مشکل می شود
- در اثر تکانهای شدید زلزله آسیبهای جبران ناپذیری در اتصالات به وجود می آید



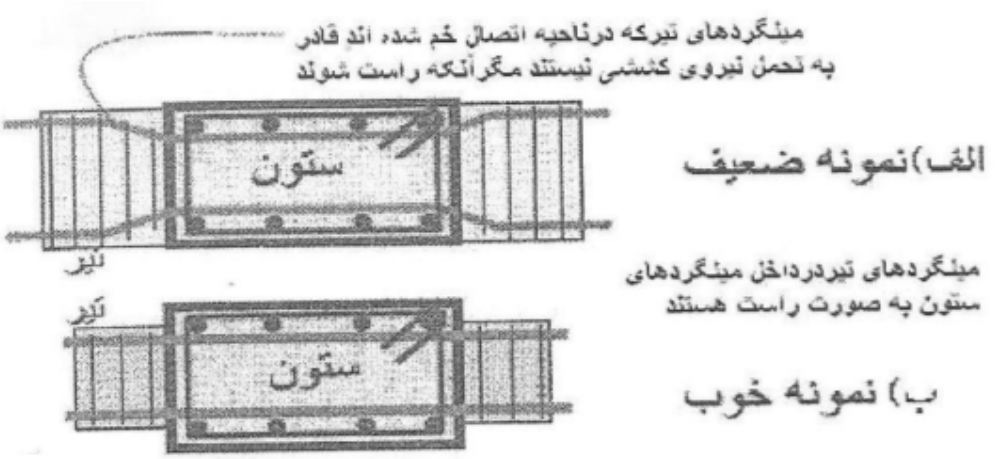
حلقه های بسته فولادی در اتصالات تیر- ستون خاموتهای با قلابهای ۱۳۵ درجه باعث مقاومت اتصالات در برابر خرابیهای ناشی از انحراف می شوند

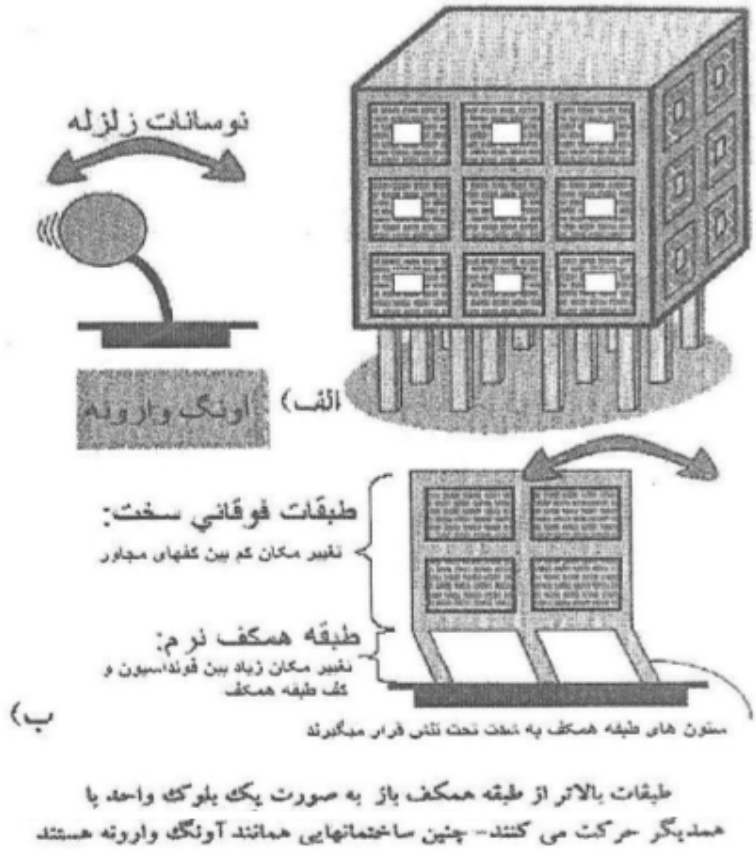


قرار دادن خاموت های افقی در اتصالات



مهار میلگردهای تیر در اتصالات خارجی
شکل های فوق ارتفاع ناحیه اتصال را نشان می دهد

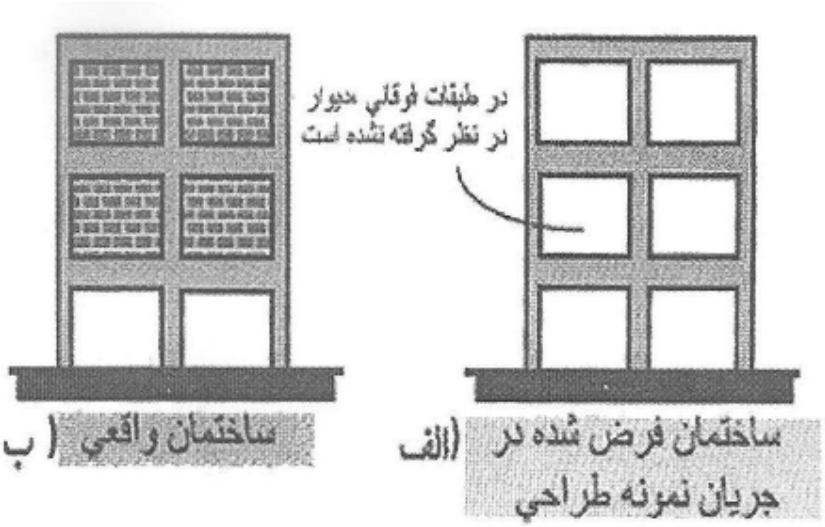




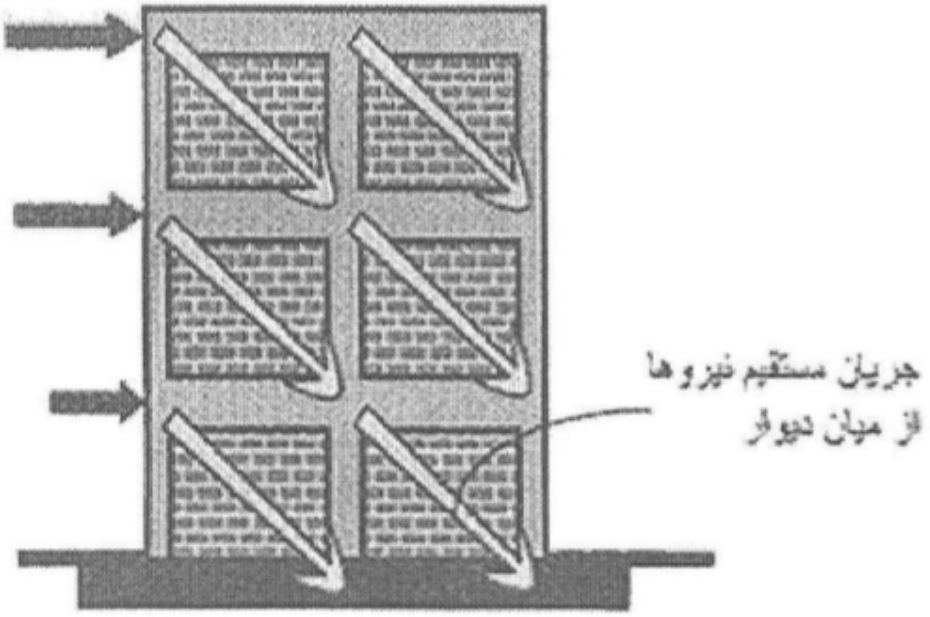
طبقات بالاتر از طبقه همکف باز به صورت یک بلوک واحد یا
همدیگر حرکت می کنند- چنین ساختمانهایی همانند آونگ وارونه هستند

طبقه نرم طبقاي است سختي جانبي آن كمتر از 70 درصد سختي جانبي طبقه روي خود يا كمتر از 80 درصد متوسط سختي هاي 3 طبقه روي خود باشد

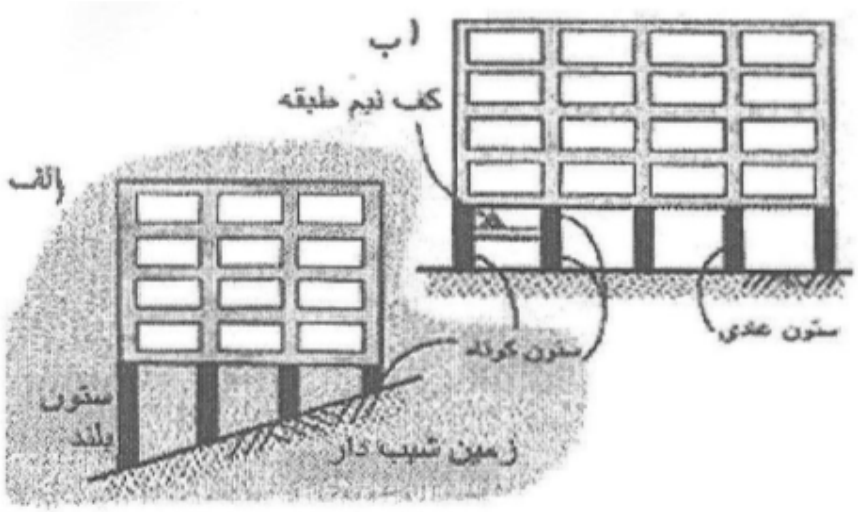
طبقه ضعيف طبقه اي است كه مقاومت جانبي آن كمتر از 80 درصد باشد



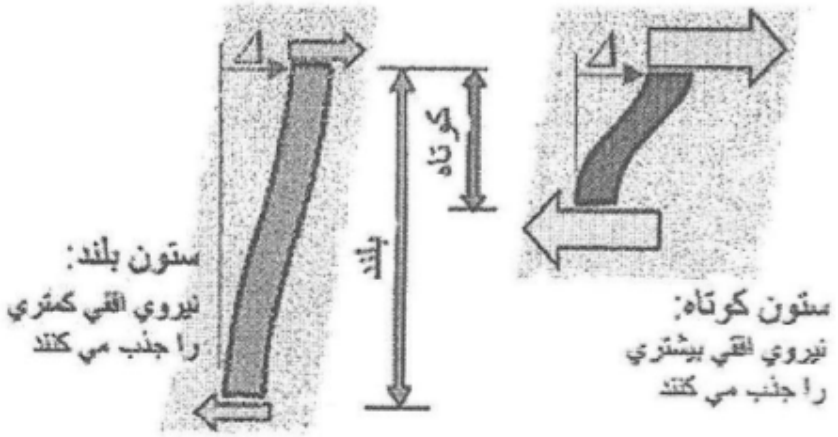
طبقه همکف باز ساختمان- فرضیات ایجاد شده در
جریان نمونه طراحی با سازه واقعی سازگار نیست



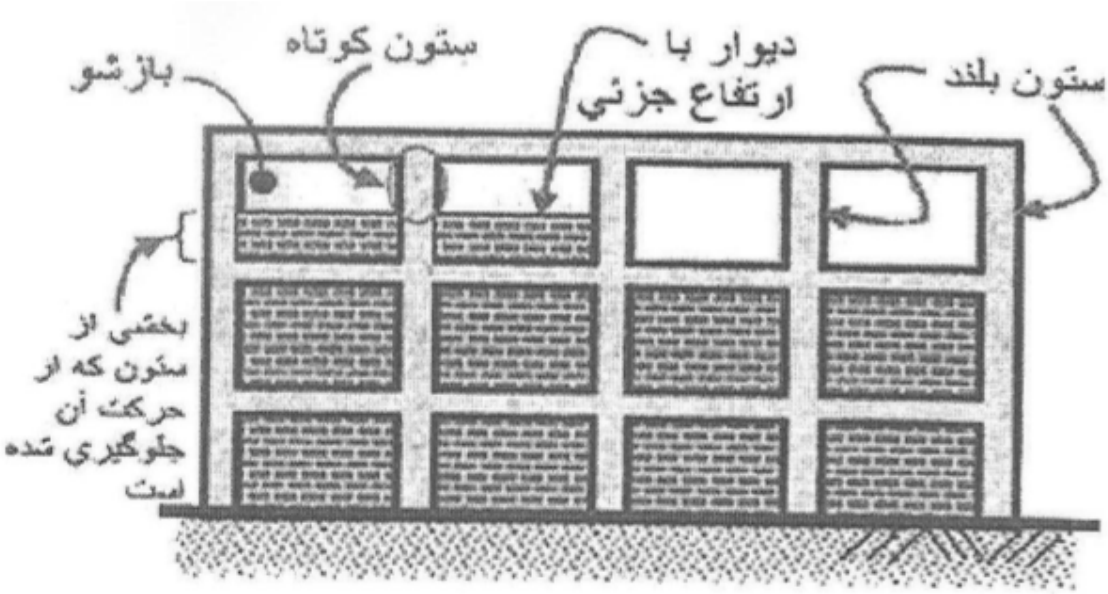
اجتناب از مسئله طبقه همکف باز - بهتر
است دیوارها در طبقه همکف پیوسته باشند



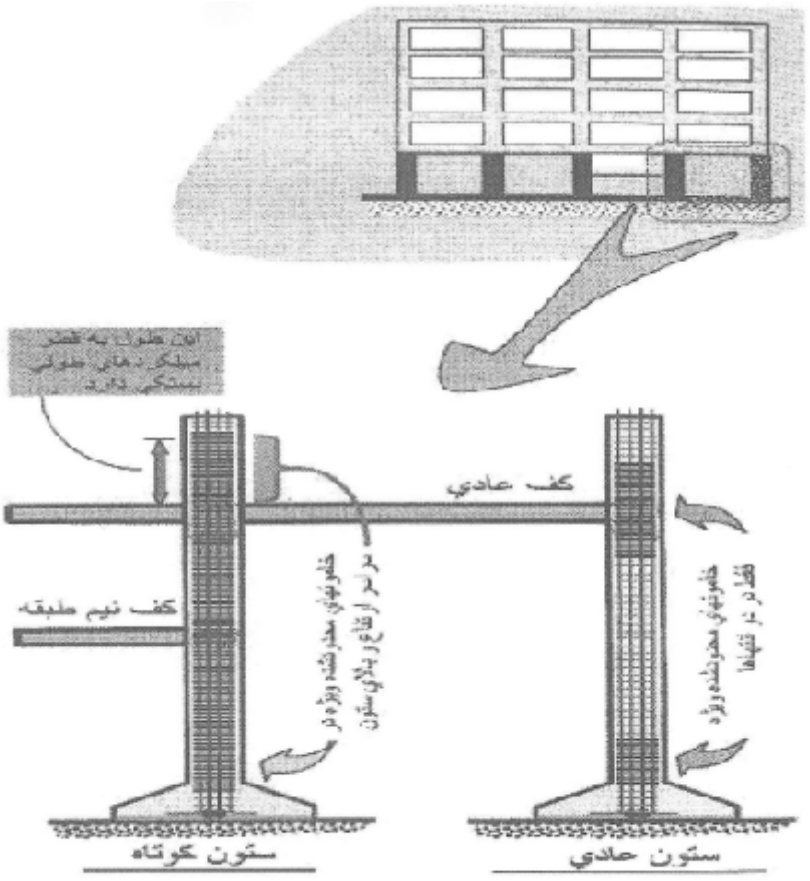
ساختمانهای با ستون کوتاه- دو مثال واضح از حوادث معمول



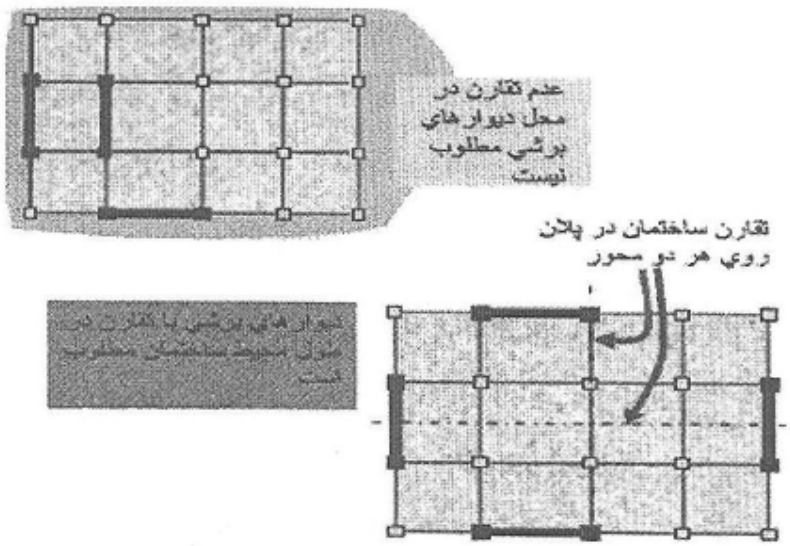
ستونهای کوتاه سخت تر هستند و نیروی بزرگتری را در طول
زلزله جذب می کنند- این بایستی در طراحی در نظر گرفته شود



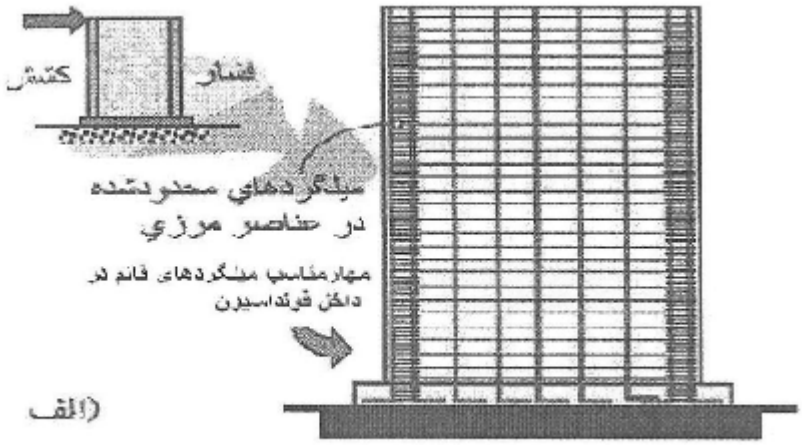
اثر ستونهای کوتاه در ساختمانهای بتن مسلح
وقتی که دیوارهای با ارتفاع جزئی در مجاورت ستونها قرار دارند

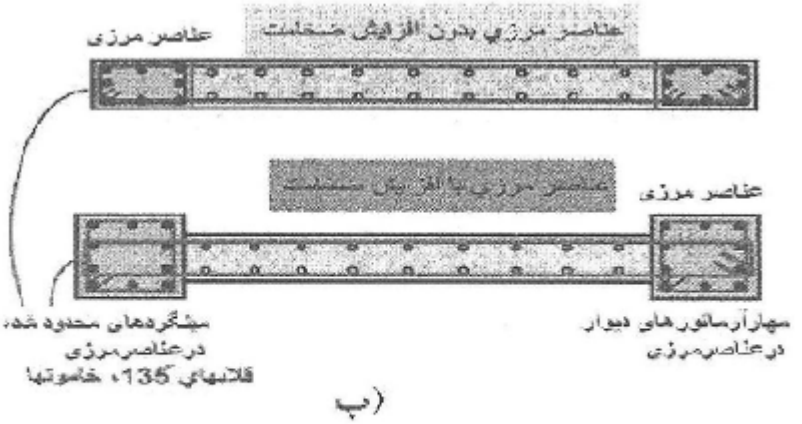


جزئیات میلگردها در تعدادی از ستونهای یک ساختمان
با اثر ستون کوتاه

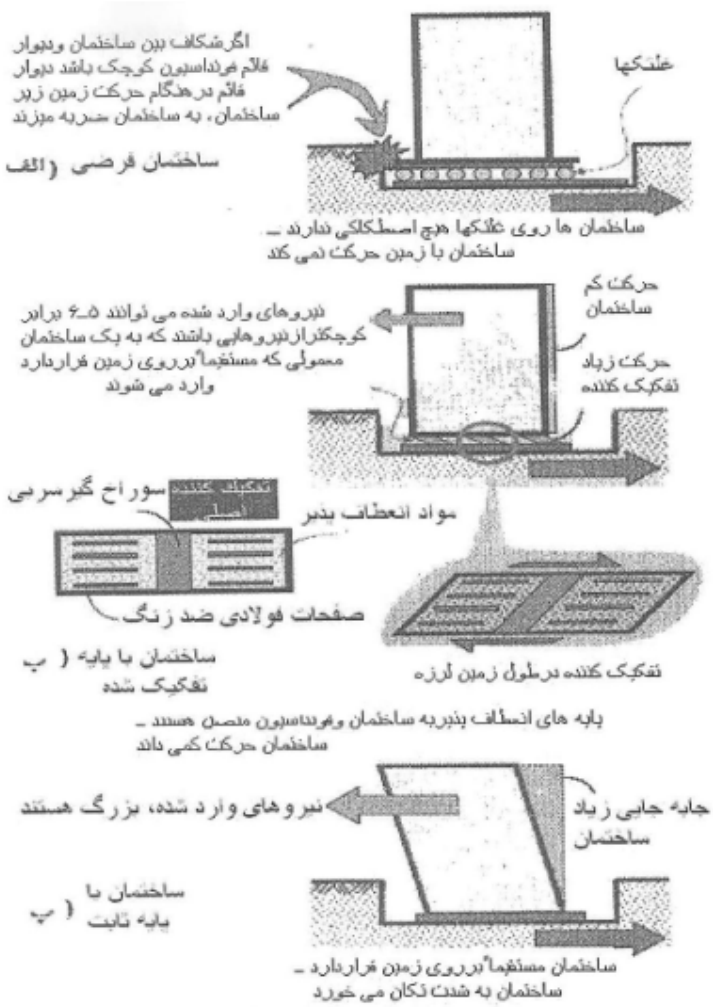


دیوارهای برشی بایستی در پلان طرح متقارن باشند- از پیچش ساختمان جلوگیری می شود

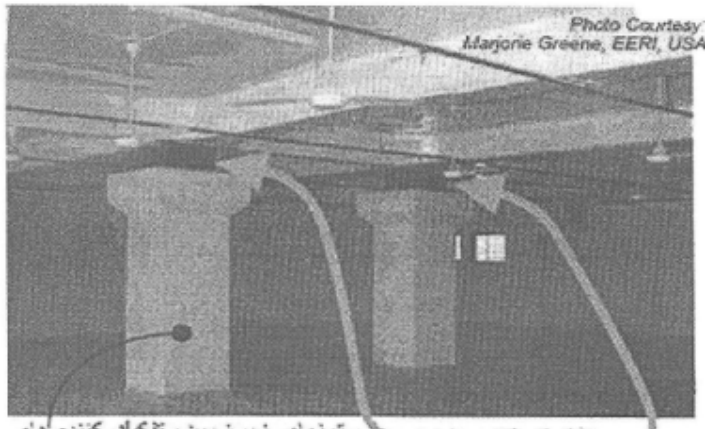




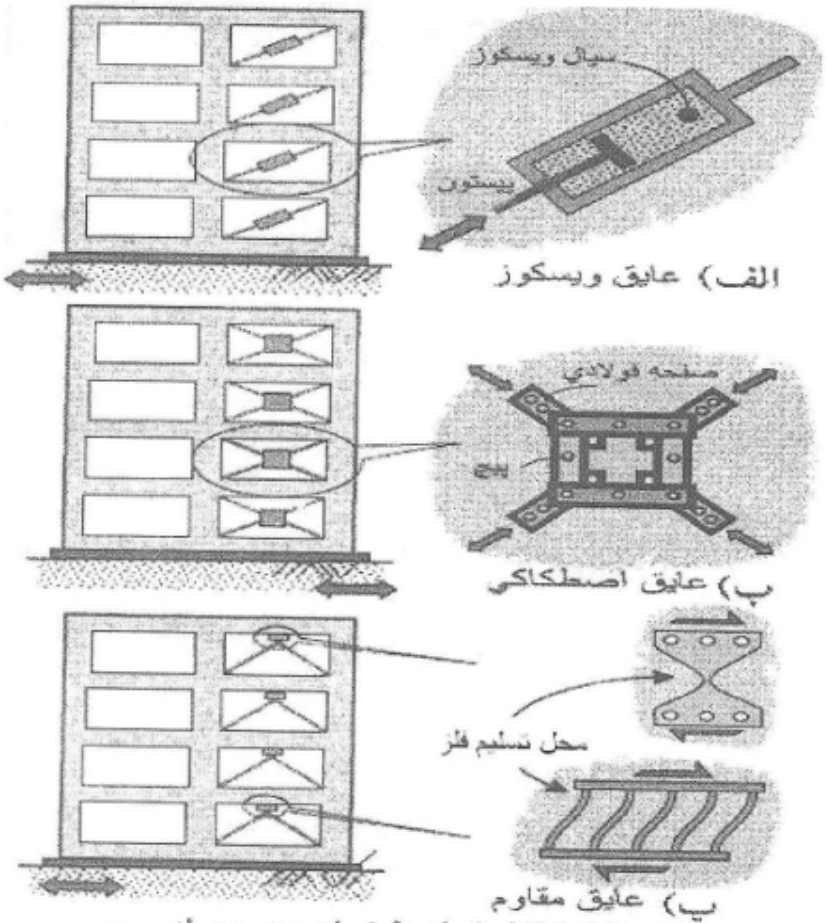
طرح میلگردهای اصلی در دیوارهای برشی



ساختمان روی تکیه گاههای انعطاف پذیر
تکانهای کمی دارد- این تکنیک جداسازی پایه نام دارد



ستونهای زیرزمین، تفکیک کننده های
پایه را حمایت می کنند
تفکیک کننده پایه

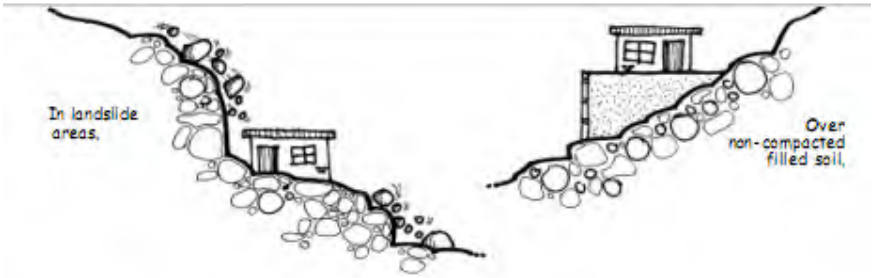


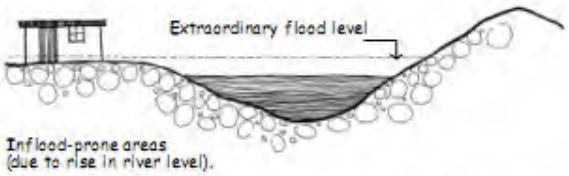
الف) عایق ویسکوز

ب) عایق اصطکاکی

پ) عایق مقاوم

وسایل اتلاف انرژی لرزه ای- هر وسیله
برای یک ساختمان مشخص مناسب است

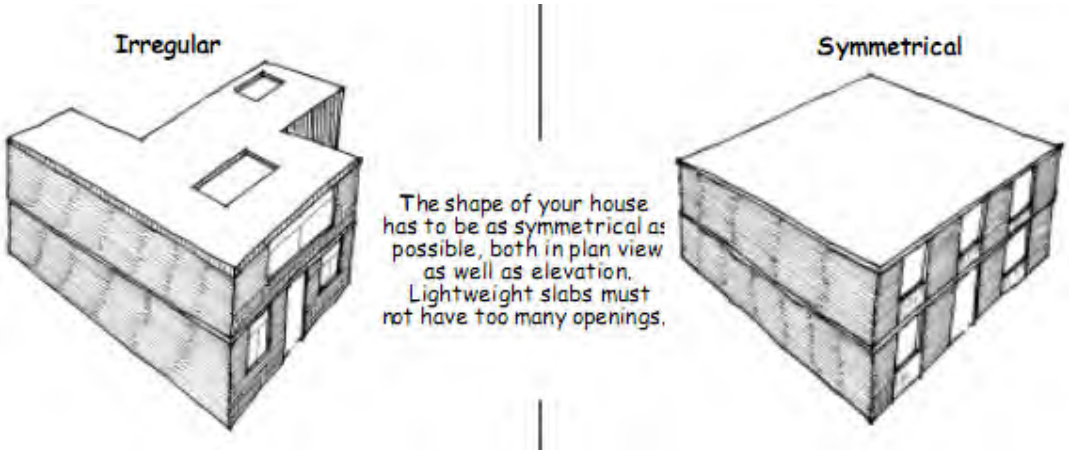

In landslide areas.
Over non-compacted filled soil.

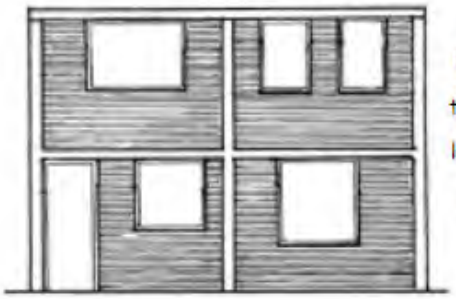

Extraordinary flood level
In flood-prone areas (due to rise in river level).

Over river beds or irrigation ditches.

Over sanitary waste landfills or construction clearings.

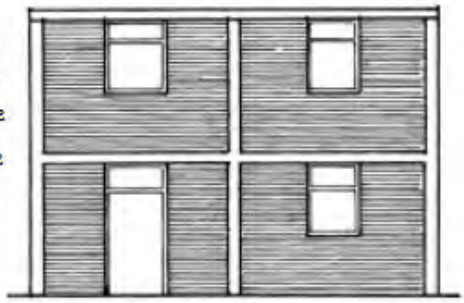
In volcanic areas due to sand boils and steam venting from the soil.
Phreatic water table
Steam rises


Irregular
Symmetrical
The shape of your house has to be as symmetrical as possible, both in plan view as well as elevation. Lightweight slabs must not have too many openings.

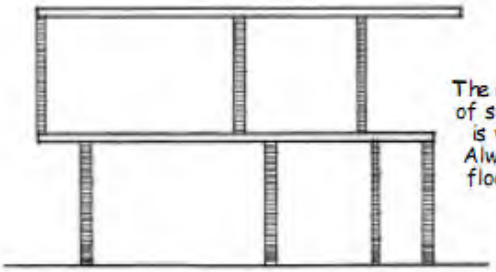


Poor location of
window and door openings

Build window and door openings up to the level of the collar beam and locate them in the same position on every floor.

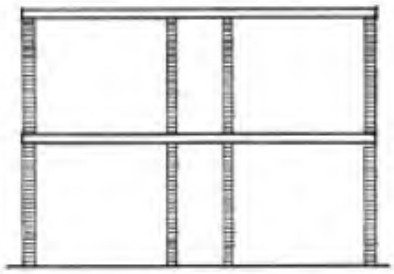


Good location of
window and door openings

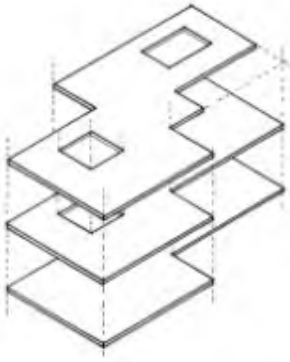


Improperly located walls that do not rest over other walls

The adequate location of second floor walls is very important. Always build second floor walls exactly over first floor walls.

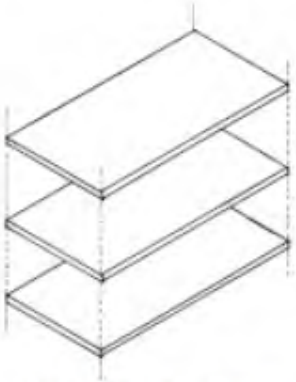


Properly located walls

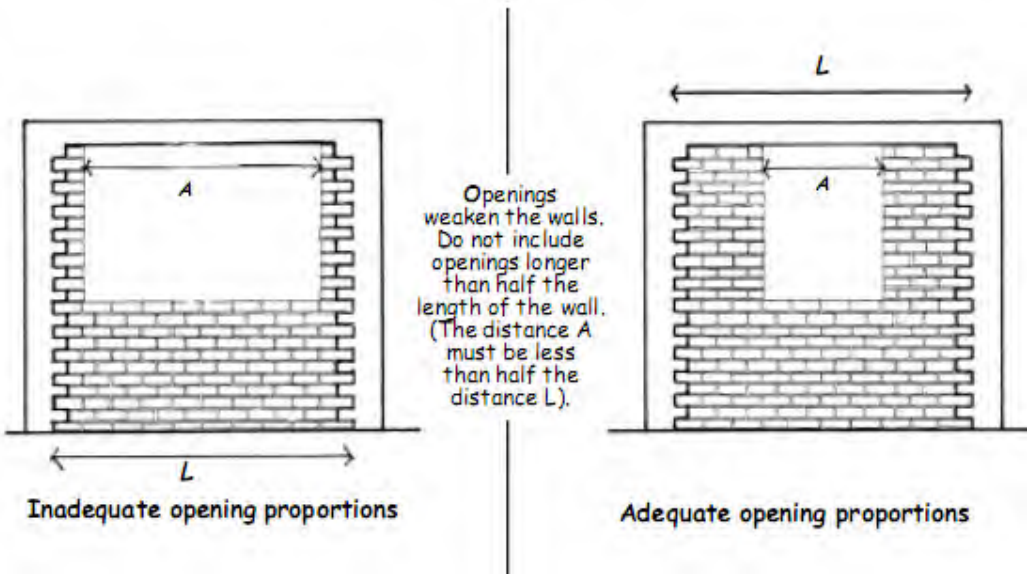


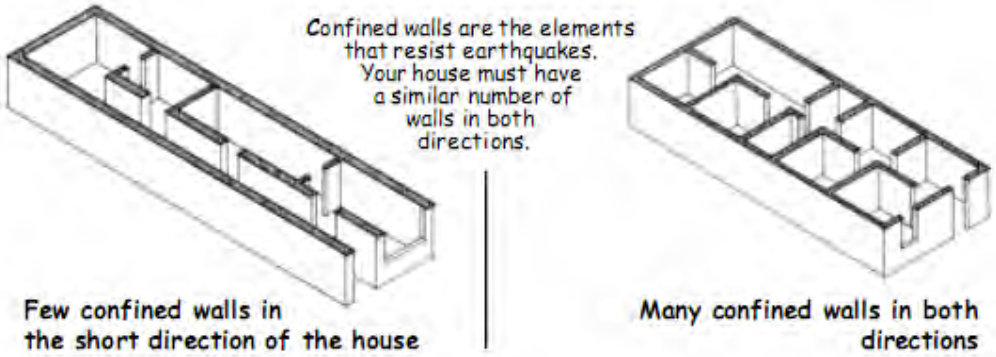
Slabs of different shape on every floor

It is important for slabs to be well proportioned and to have the same shape on every floor.

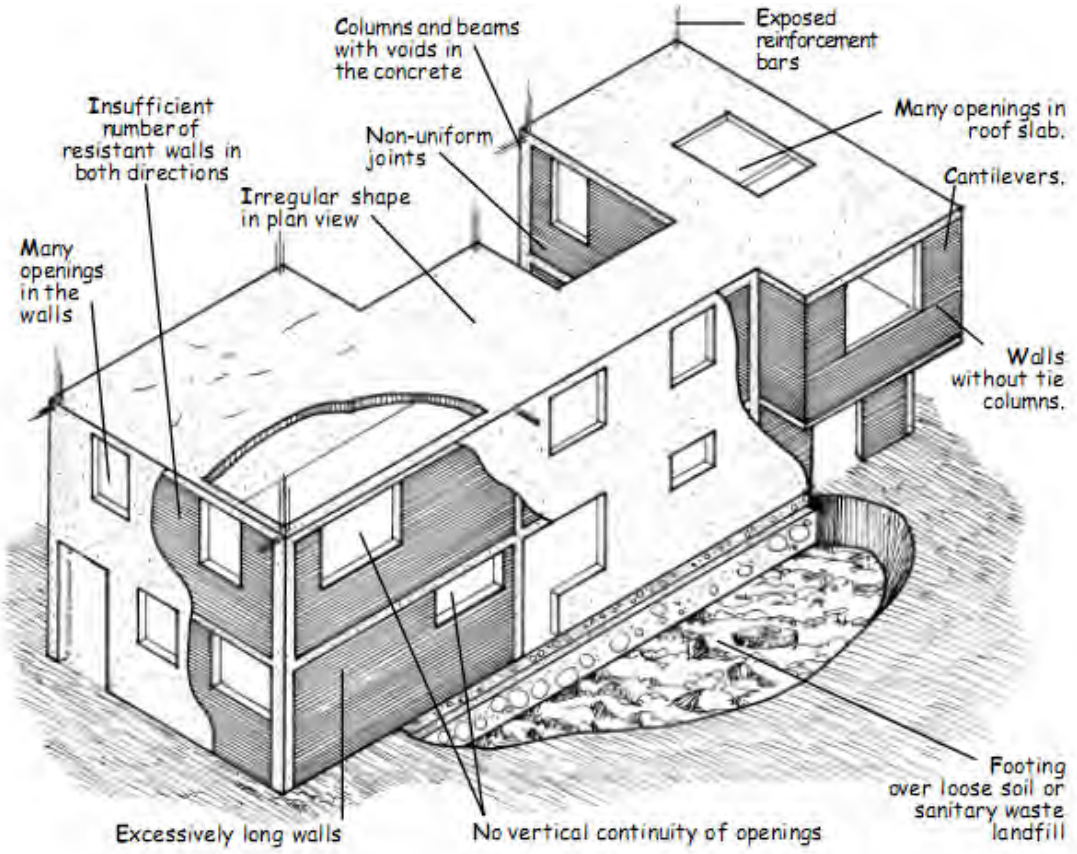


The same shape of slab on every floor


A
L
Openings weaken the walls. Do not include openings longer than half the length of the wall. (The distance A must be less than half the distance L).
L
A
Inadequate opening proportions
Adequate opening proportions


Confined walls are the elements that resist earthquakes. Your house must have a similar number of walls in both directions.
Few confined walls in the short direction of the house
Many confined walls in both directions

UNQUALIFIED MANUAL LABOR
POOR-QUALITY MATERIALS



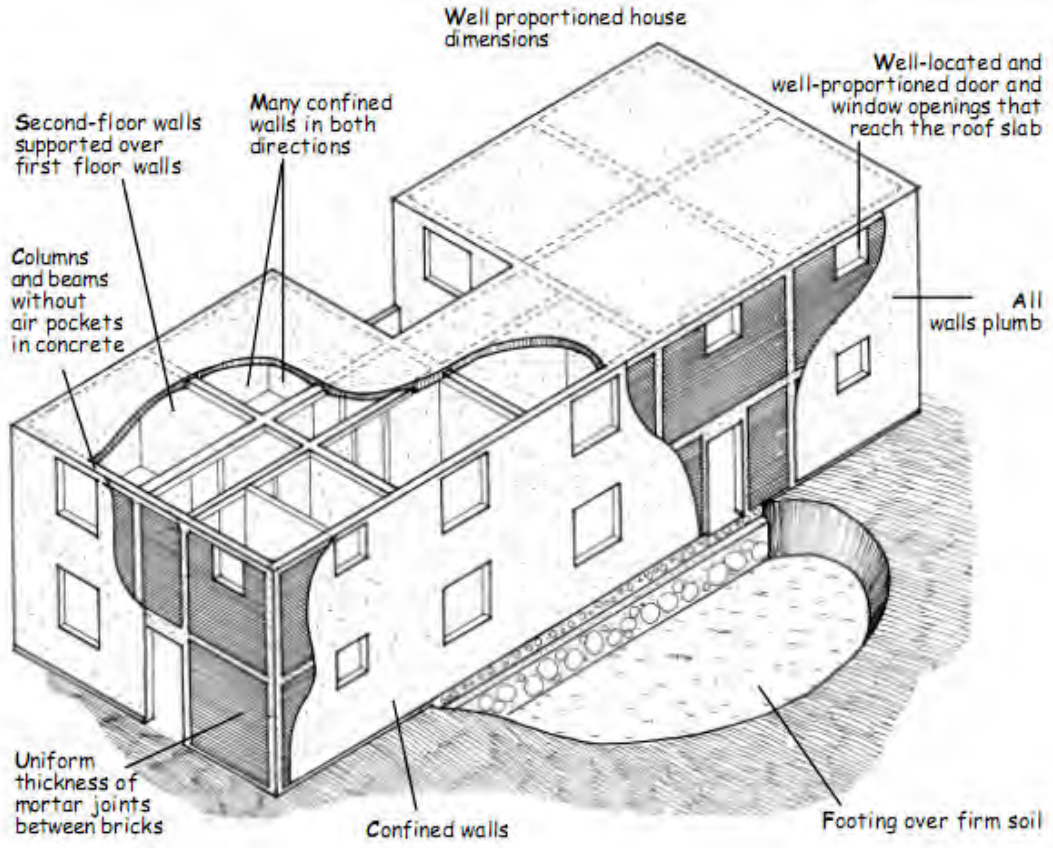
QUALIFIED MANUAL LABOR

Civil Engineer or Architectural engineer

Master Craftsman

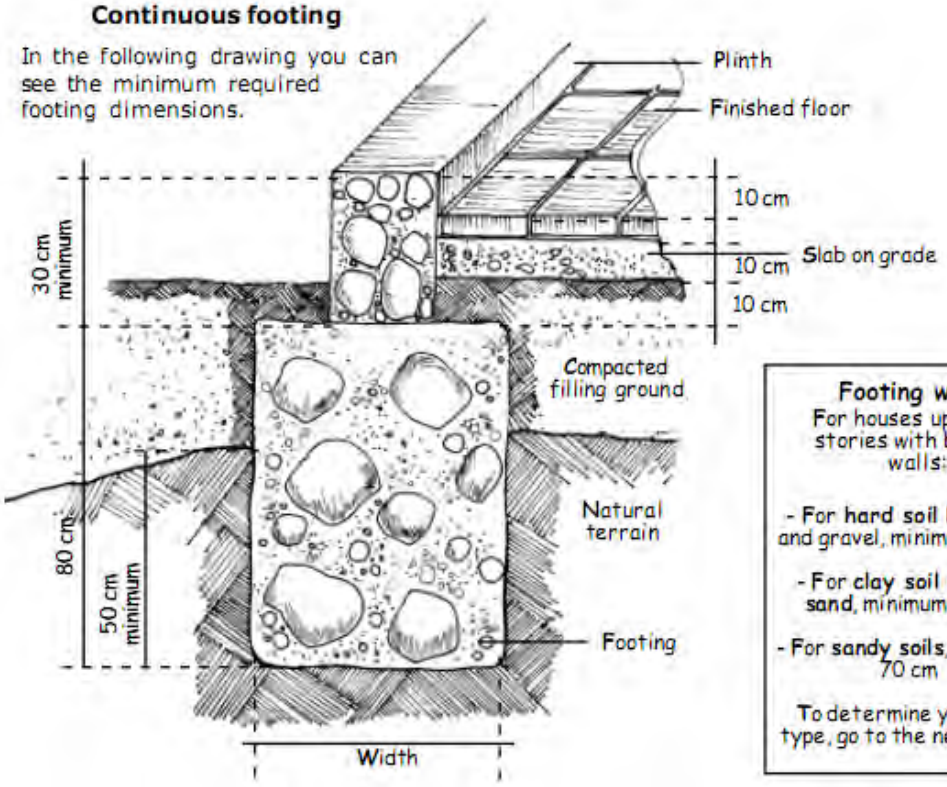
GOOD QUALITY OF MATERIALS

Use good-quality materials. "Saving expenses" by purchasing doubtful quality materials, never pays.



Continuous footing

In the following drawing you can see the minimum required footing dimensions.



Footing width

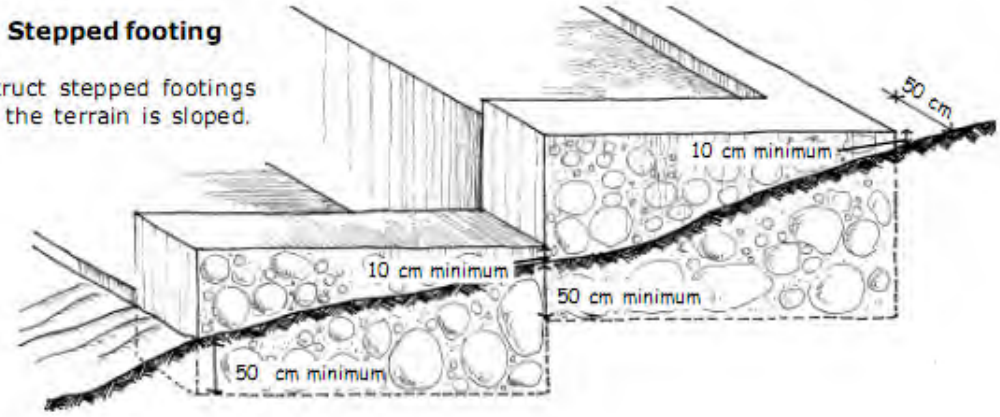
For houses up to two stories with bearing walls:

- For **hard soil** like rock and gravel, minimum 40 cm
- For **clay soil or clay sand**, minimum 50 cm
- For **sandy soils**, minimum 70 cm

To determine your soil type, go to the next page.

Stepped footing

Construct stepped footings when the terrain is sloped.



Concrete for the foundation

Foundations are made of simple concrete.

1 bucket of cement

10 buckets of aggregate

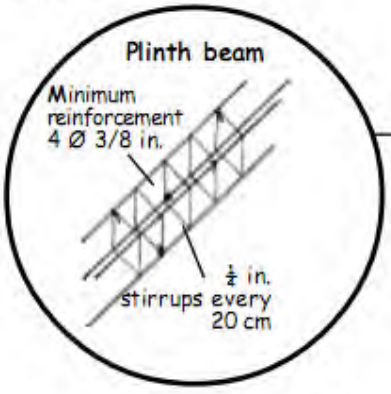
30% in volume of big stones (maximum size 10 in.)

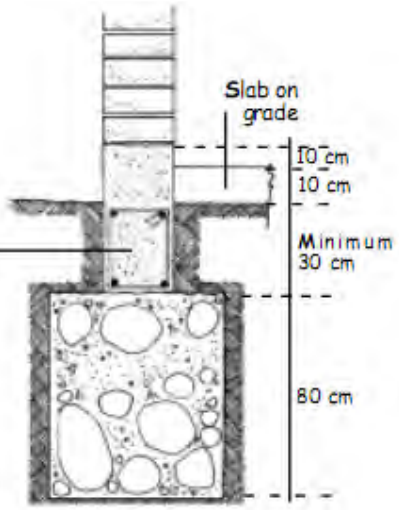
1 1/2 buckets of water

Remember that the concrete must not remain rotating in the mixer for more than 3 minutes.

Steel reinforcement in the plinth

If your soil is sandy or clayish, it is better to place steel reinforcement in the plinth.





Concrete for plinth in firm soil

The plinth does not require steel reinforcement.

1 bucket of cement

8 buckets of aggregate

25% in volume of medium size stones (maximum size 4 in.)

1 1/4 buckets of water

Concrete for plinth in loose soil (sand or clay)

Build a reinforced plinth to prevent cracking of the walls due to settlement of the ground soil.

1 bucket of cement

2 buckets of aggregate

4 volumes of crushed stone (maximum size 3/4 in.)

1 bucket of water

Concrete for columns

1 bucket of cement

2 buckets of coarse sand

4 buckets of crushed stone (maximum size ¾ in.)

1 bucket of water

Concrete for beams and slabs

1 bucket of cement

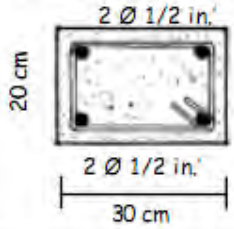
2 buckets of coarse sand

4 buckets of crushed stone (maximum size 3/4 in.)

1 bucket of water

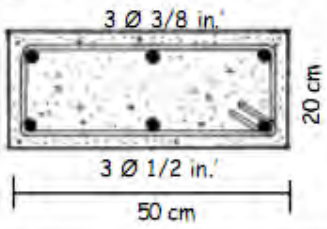
Reinforcement for beam spans up to 3 m

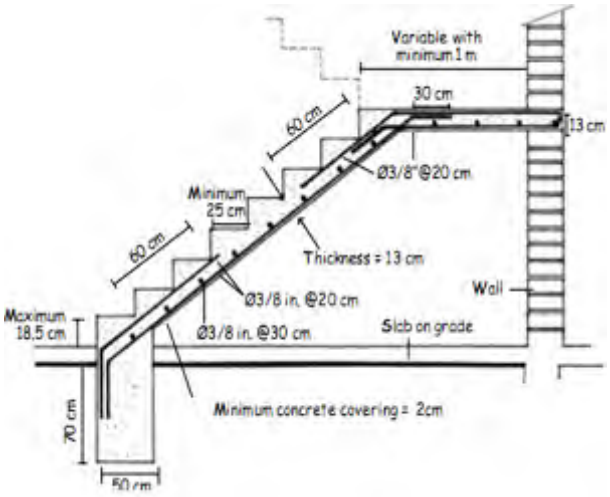
Minimum beam cross section



Reinforcement for beam spans up to 4 m

Minimum beam cross section





Concrete for stairs

- 1 bucket of cement
- 2 buckets of coarse sand
- 4 buckets of 3/4 in. crushed stone
- 1 bucket of water

2 • Concrete Types

Primary plastering
Scratch coat

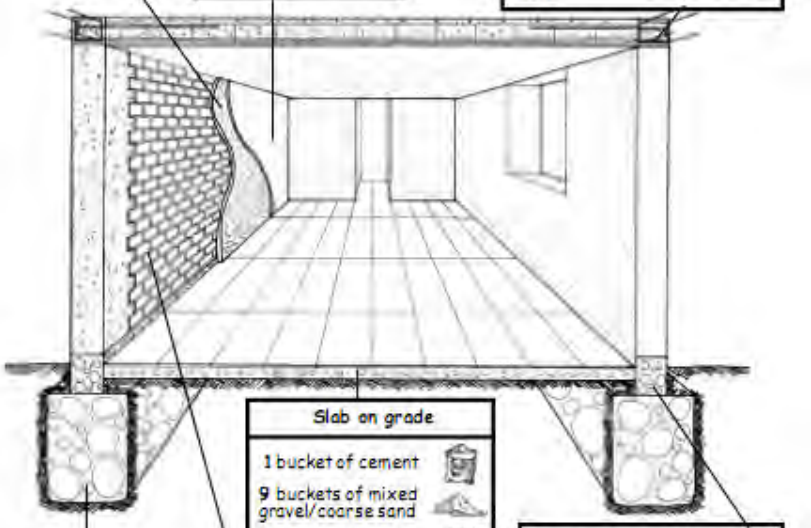
- 1 bucket of cement
- 5 buckets of coarse sand
- Add water until the mix is workable

Secondary plastering
Finish coat

- 1 bucket of cement
- 5 buckets of coarse sand
- Add water until the mix is workable

Reinforced concrete elements: columns, beams, slabs, stairs

- 1 bucket of cement
- 2 buckets of coarse sand
- 4 buckets of ¾in. crushed stone
- 1 bucket of water



Slab on grade

- 1 bucket of cement
- 9 buckets of mixed gravel/coarse sand
- 1 1/4 buckets of water

Plain concrete for foundation

- 1 bucket of cement
- 10 buckets of mixed gravel/coarse sand
- 30% large stones (maximum size 10in.)
- 1 1/2 buckets of water

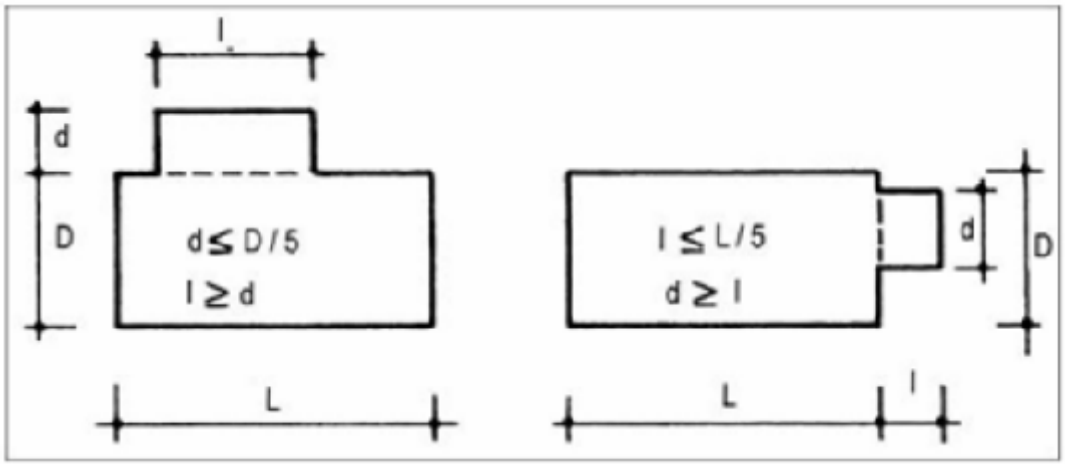
Mortar to lay bricks

- 1 bucket of cement
- 5 buckets of coarse sand
- Add water until the mix is workable

Plain concrete for plinth

- 1 bucket of cement
- 8 buckets of aggregate
- 25% medium size stones (maximum size 4in.)
- 1 1/4 buckets of water

محدودیتهای پلان ساختمان آجری با کلاف

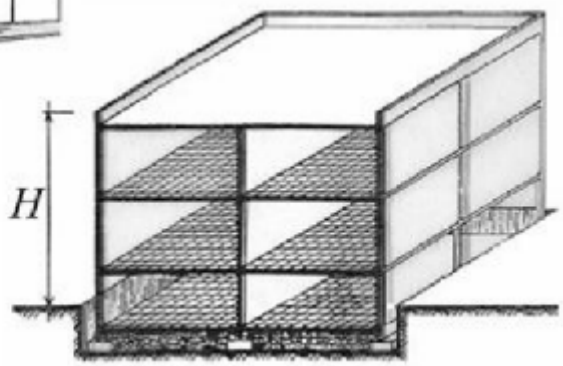


حداکثر تعداد طبقات بدون احتساب زیرزمین برابر ۲ طبقه
تراز روی بام نسبت به متوسط تراز زمین مجاور نباید از ۸ متر تجاوز نماید

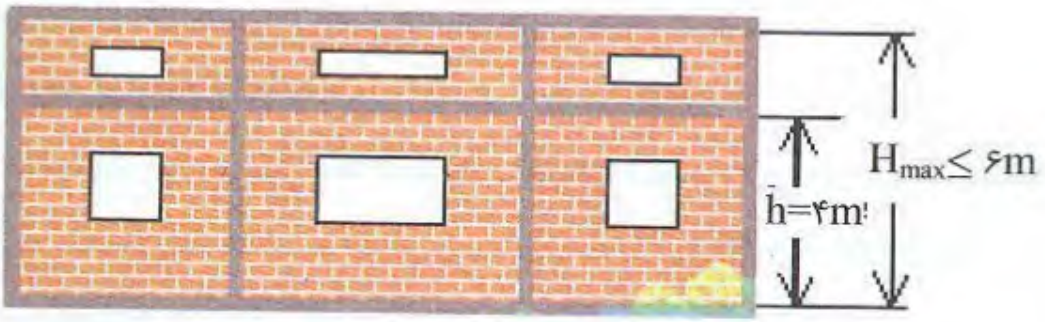
$H \leq ۸m$

$h \leq ۱/۵m$

$n \leq ۲$

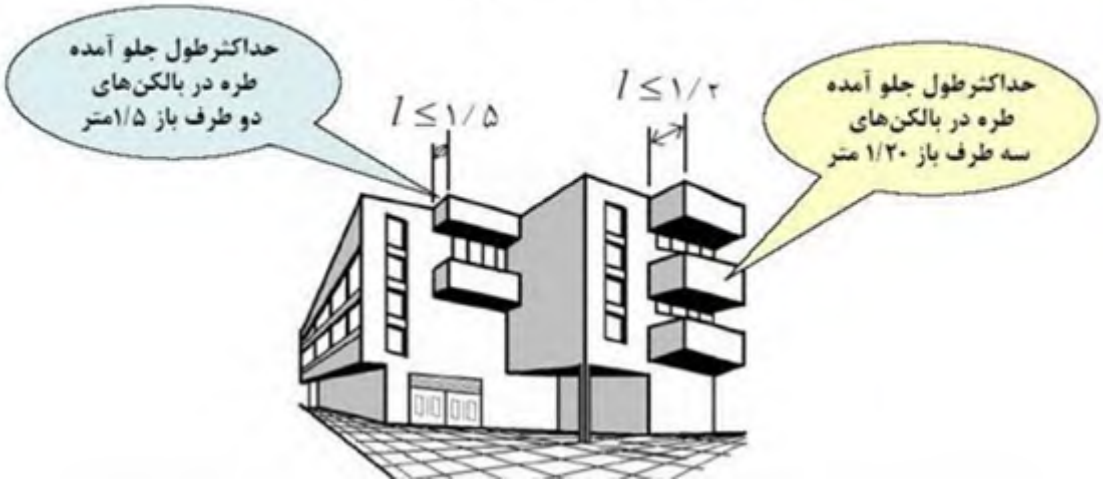


حداکثر ارتفاع طبقه

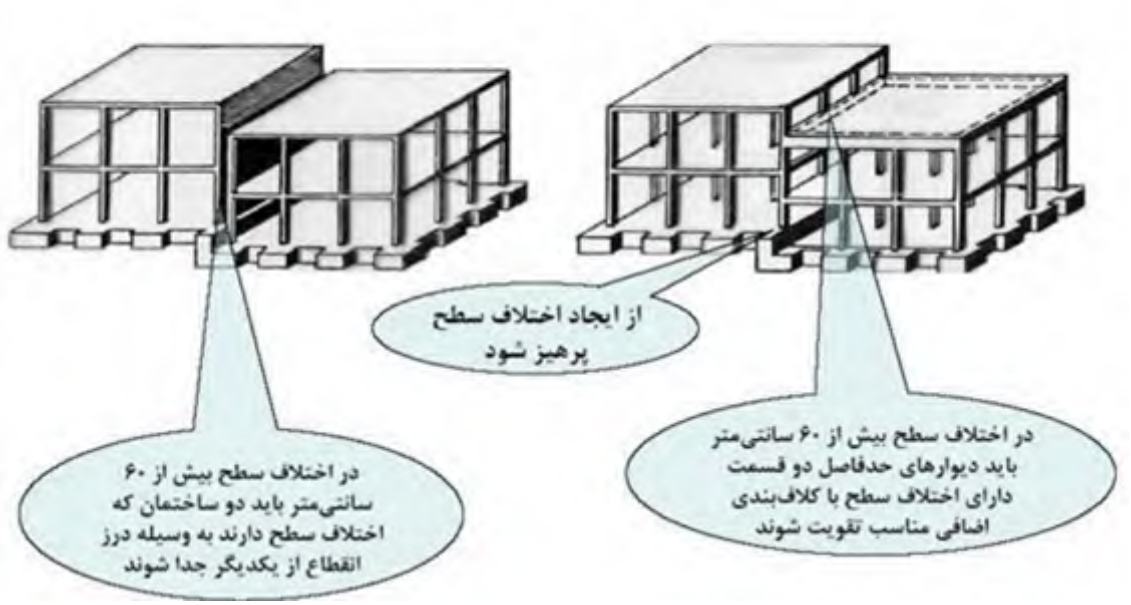


کلاف اضافی در دیوار بیش از ٤متر ارتفاع

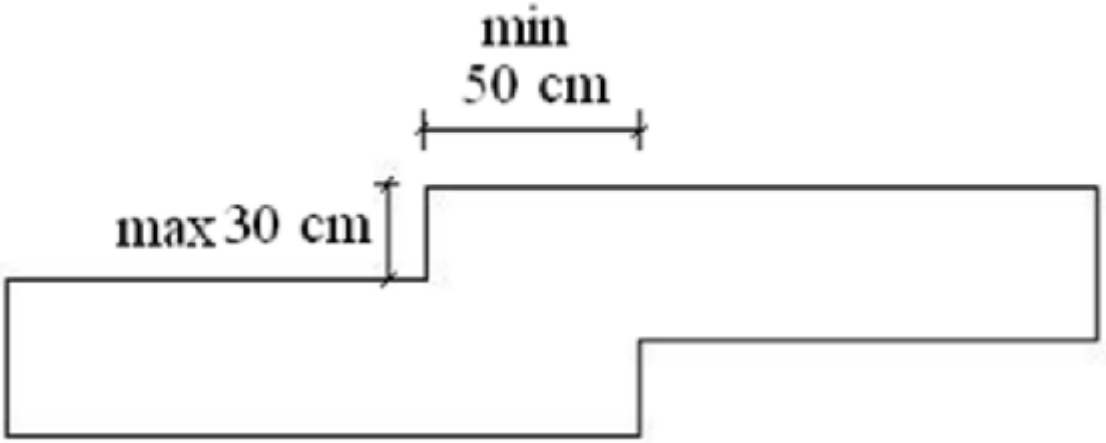
ضوابط پیشامدگی سقف



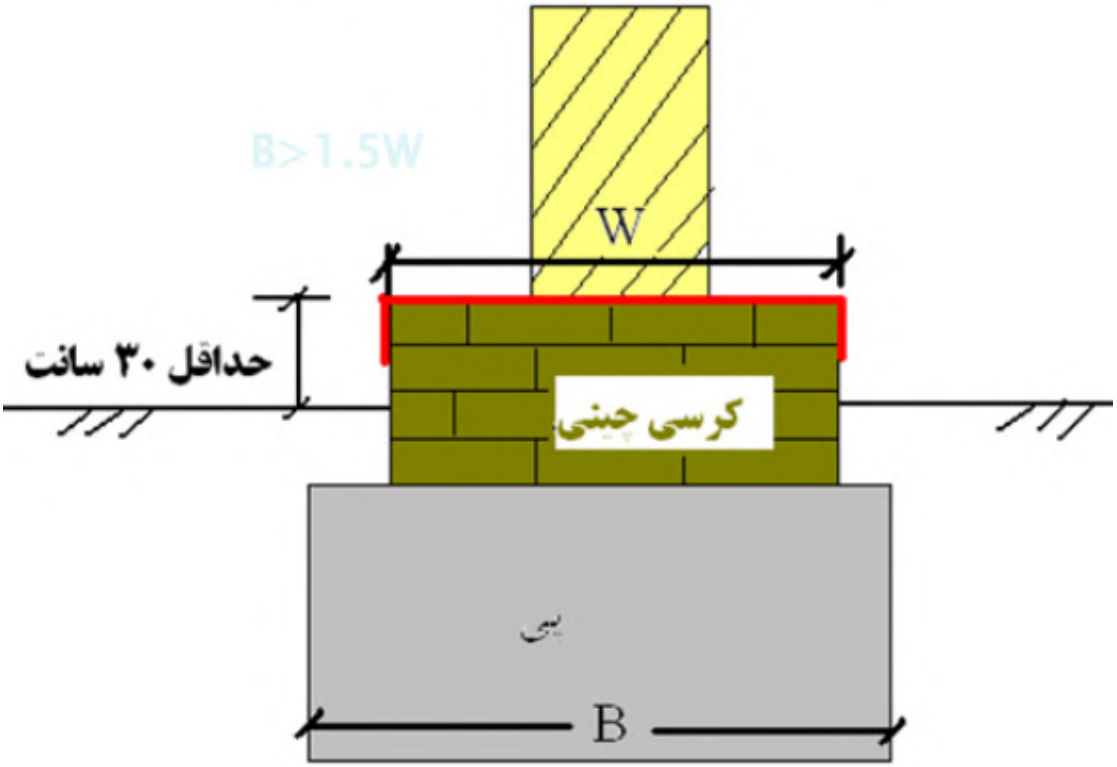
اختلاف سطح در طبقه

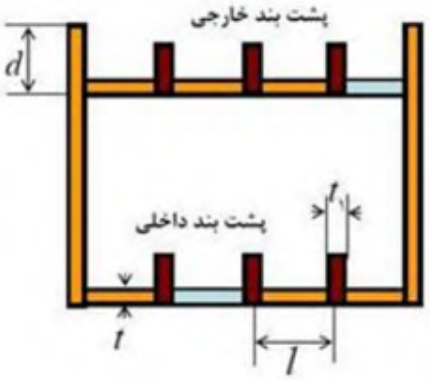


اجرای شالوده پلکانی



الزامات مربوط به کرسی چینی



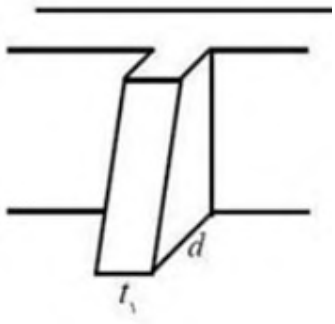


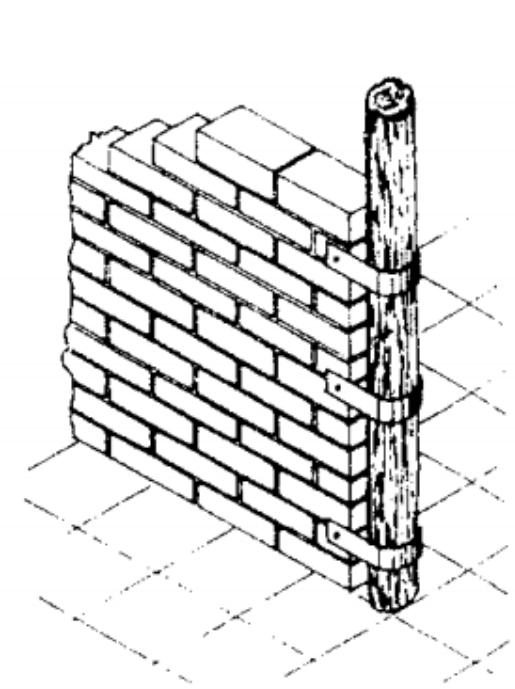
$$d \geq \frac{l_{max}}{۶}$$

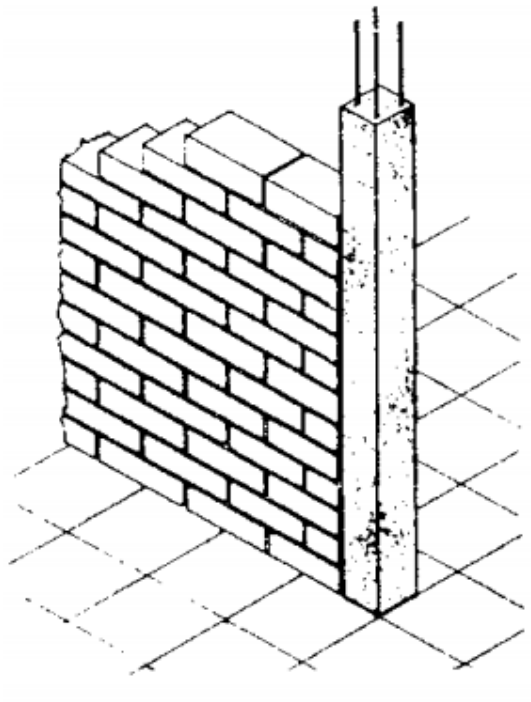
$$t_۱ \geq ۲۰cm$$

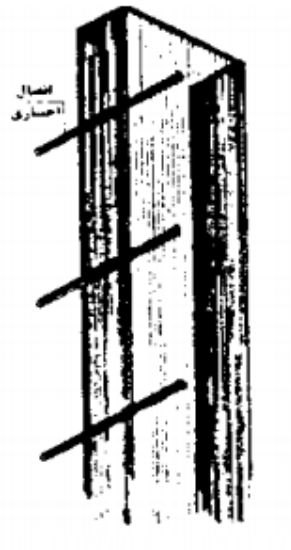
$$l \leq ۳۰t$$

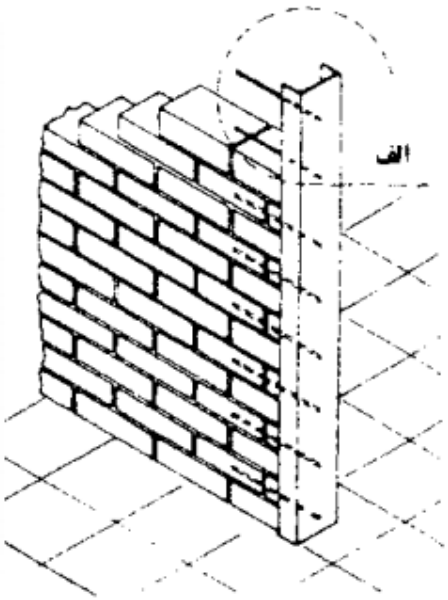
$$l \leq ۶m$$





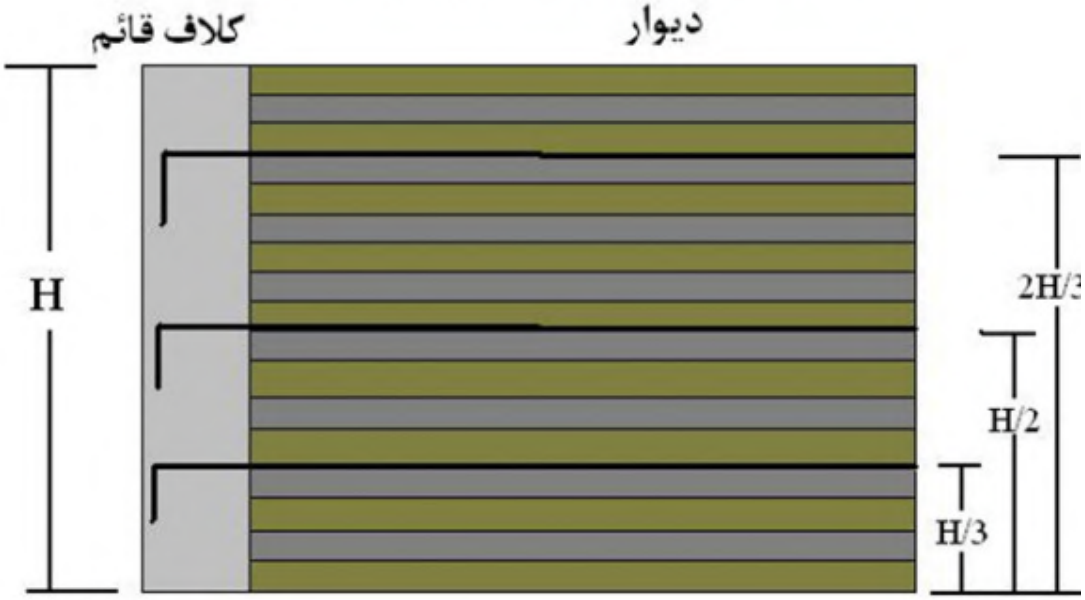




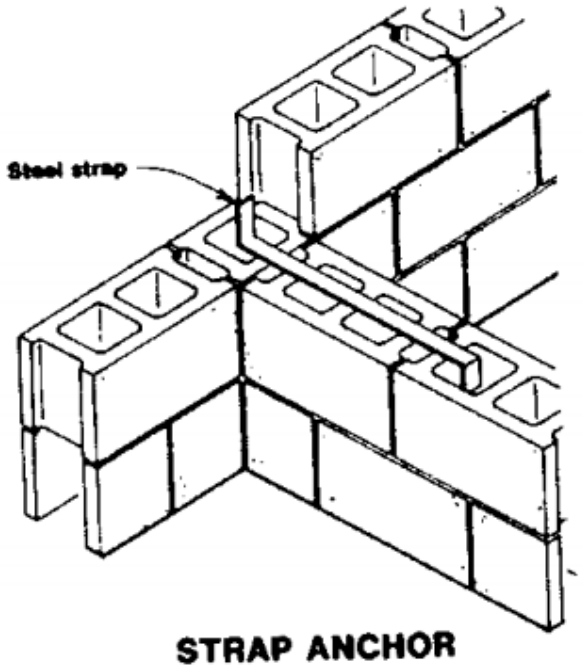


جزئیات الف (کلاف عمودی)

میلگردگذاری افقی در دیوارها

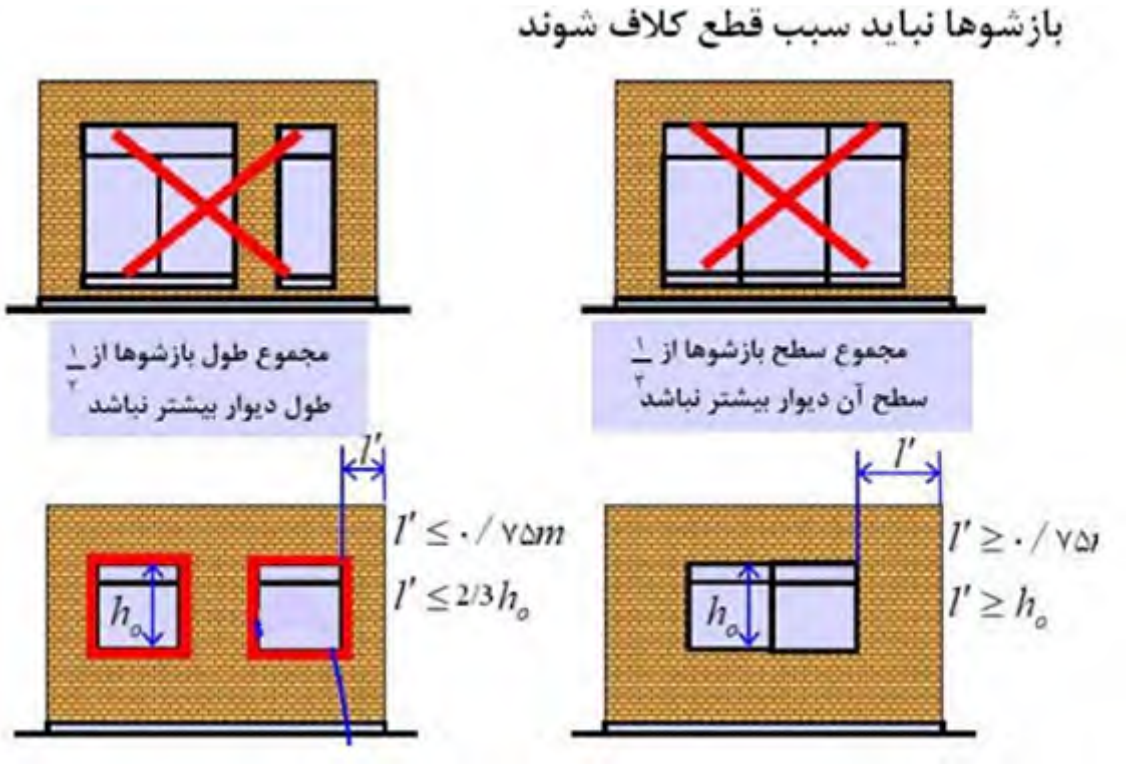


اتصال مناسب دیوارهای عمود برهم



STRAP ANCHOR

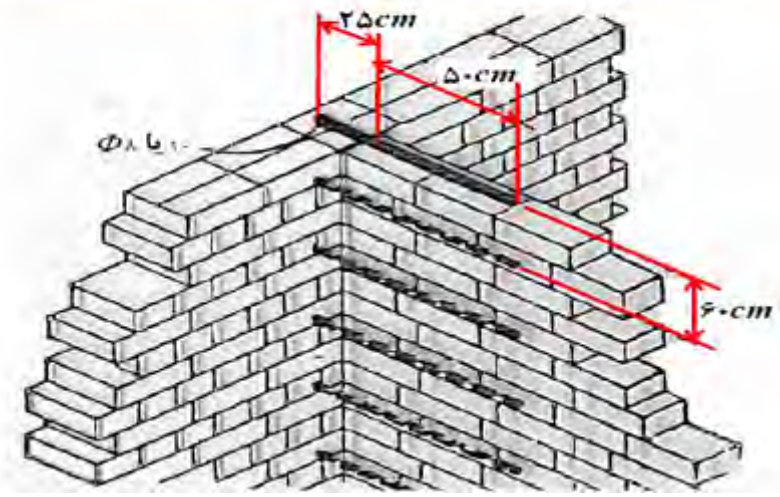
اتصال مناسب دیوارهای عمود بر هم

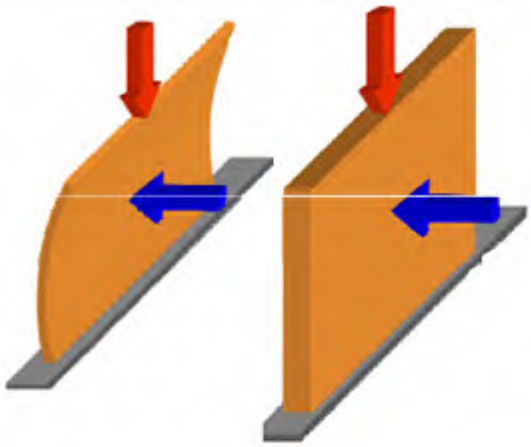


1- سطح بازشوها نبایستي بیش از 1/3 سطح دیوار باشد
2- مجموع طول بازشوها از 1/2 طول دیوار یا 3 متر بیشتر نباشد
3- فاصله بازشو از بر خارجي ساختمان از 2/3 ارتفاع بازشو کمتر نباشد
4- فاصله افقي 2 بازشو از 2/3 ارتفاع کوچکترین بازشو یا 1/6 مجموع طول 2 بازشو یا 75 سانتیمتر کمتر نباشد
5- ابعاد بازشو بیش لز 2.5 متر نباشد

نوع و تعداد طبقات ساختمان		زیرزمین	طبقه اول	طبقه دوم
ساختمان های آجری	یک طبقه	٪۶	٪۴	–
	دو طبقه	٪۸	٪۶	٪۴
ساختمانهای با بلوک سیمانی	یک طبقه	٪۱۰	٪۶	–
	دوطبقه	٪۱۲	٪۱۰	٪۶
ساختمان های سنگی	یک طبقه	٪۸	٪۵	–
	دوطبقه	٪۱۰	٪۸	٪۵

نحوه اتصال دو تیغه با استفاده از میلگرد یا تسمه فولادی



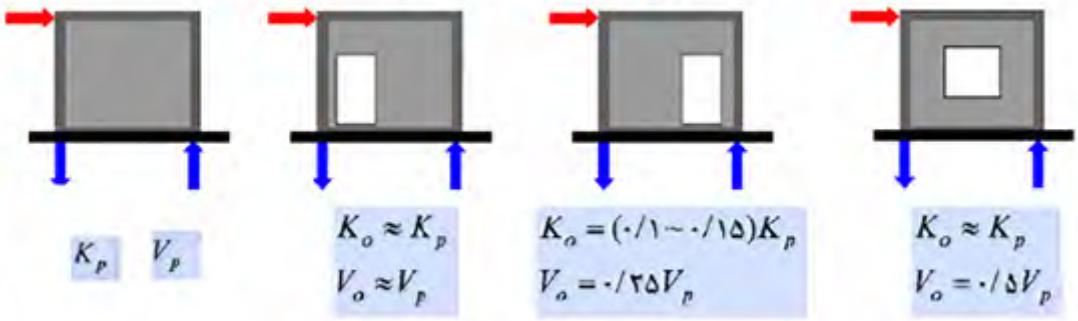


$$۸ \le \frac{h_{inf}}{t_{inf}} \le ۱۶$$

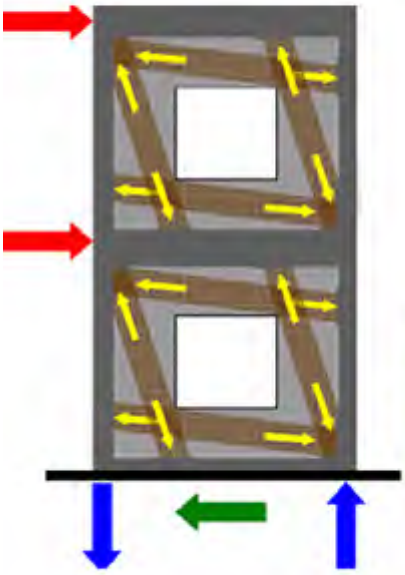
حداکثر مقادیر نسبت ارتفاع به ضخامت میانقاب های غیر مسلح

سطح عملکرد ساختمان	پهنه لرزه خیزی		
	خطرنسبی کم	خطر نسبی متوسط	خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد
IO	۱۴	۱۳	۸
LS	۱۵	۱۴	۹
CP	۱۶	۱۵	۱۰

قاب مرکب دارای بازشو



محل بازشو در کنج فشاری مقاومت را تقریباً ۷۵% و سختی را ۸۵ الی ۹۰% کاهش می دهد و در کنج کششی تأثیر چندانی بر مقاومت و سختی نداردو وجود بازشو در وسط میانقاب تا حدود ۵۰% کاهش مقاومت می شود ولی تأثیر آن برسختی اولیه ناچیز است



$$w_{mod} = \alpha . w_{inf}$$

$$\alpha = ۰/۶ \left(\frac{A_o}{A_p} \right)^۲ - ۱/۶ \left(\frac{A_o}{A_p} \right) + ۱$$

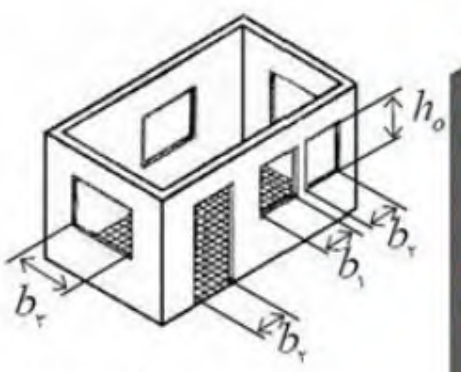
در این روش اگر مساحت بازشو بزرگتر یا مساوی ۶۰ درصد مساحت میانقاب باشد، از اثر میانقاب صرفنظر می‌شود

A_o = مساحت بازشو
A_p = مساحت میانقاب

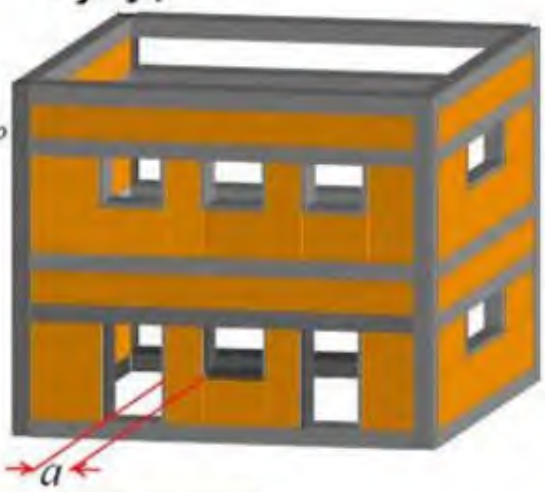
$A_o \geq ۰/۶ A_p \Rightarrow \alpha = ۰$

تأثیر بازشو به صورت یک ضریب کاهشی در عرض معادل قید قطری در نظر گرفته می شود.

بازشوها



$$b_1, b_2, b_3, h \le 2/5m$$

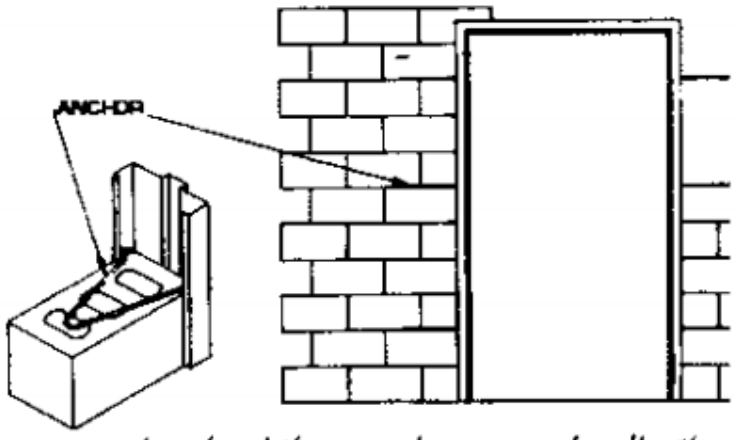


هیچیک از ابعاد بازشو از ۲/۵ متر بیشتر نباشد. در غیر اینصورت باید طرفین بازشو را با تعبیه کلاف‌های قائم که به کلافهای افقی بالا و پائین آن طبقه متصل می‌شوند و همچنین با مهار نعل درگاه بازشو در کلافهای قائم طرفین تقویت نمود.

فاصله افقی دو بازشو از $\frac{2}{3}$ ارتفاع کوچکترین بازشوی طرفین خود کمتر نبوده و از $\frac{1}{6}$ مجموع طول آن دو بازشو نیز کمتر نباشد در غیر اینصورت جرز بین دو بازشو جزئی از بازشو منظور می‌شود و نباید آنرا بعنوان دیوار سازه‌ای بحساب آورد و نعل درگاه روی بازشوها نیز باید بصورت یکسره با دهانه‌ای برابر مجموع طول بازشوها به اضافه طول جرز بین آنها محاسبه گردد.

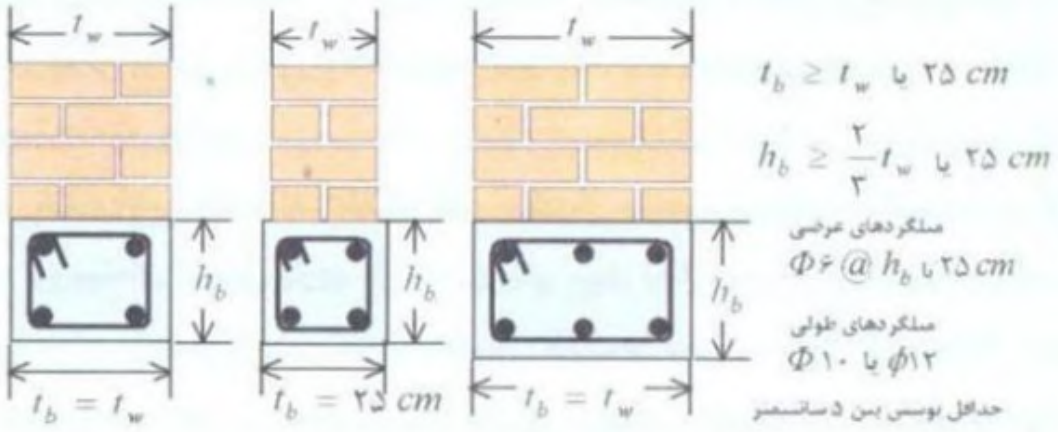
$$a \ge \frac{2}{3} h_o$$

$$a \ge \frac{1}{6}(b_1 + b_2)$$



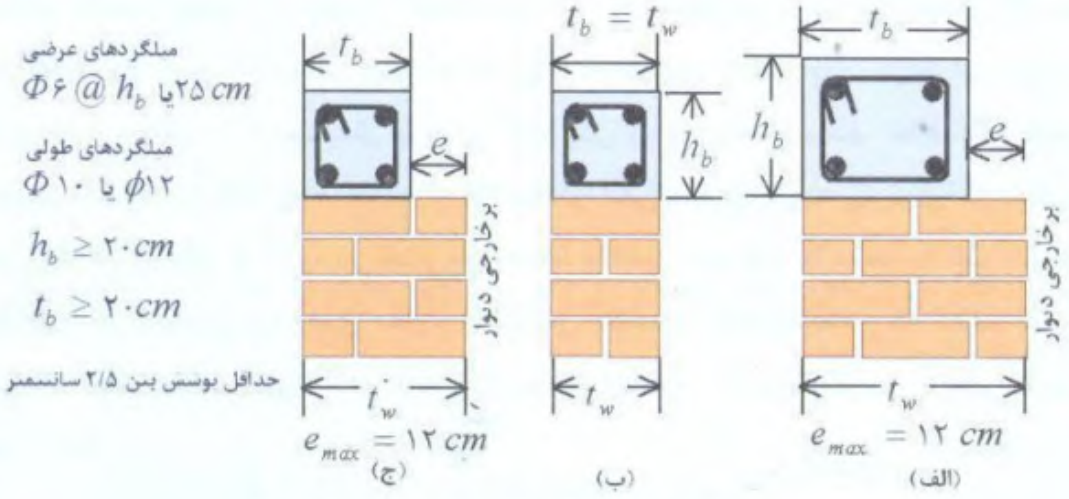
اتصال مناسب بین چارچوب بازشو با دیوار

کلافبندی افقی

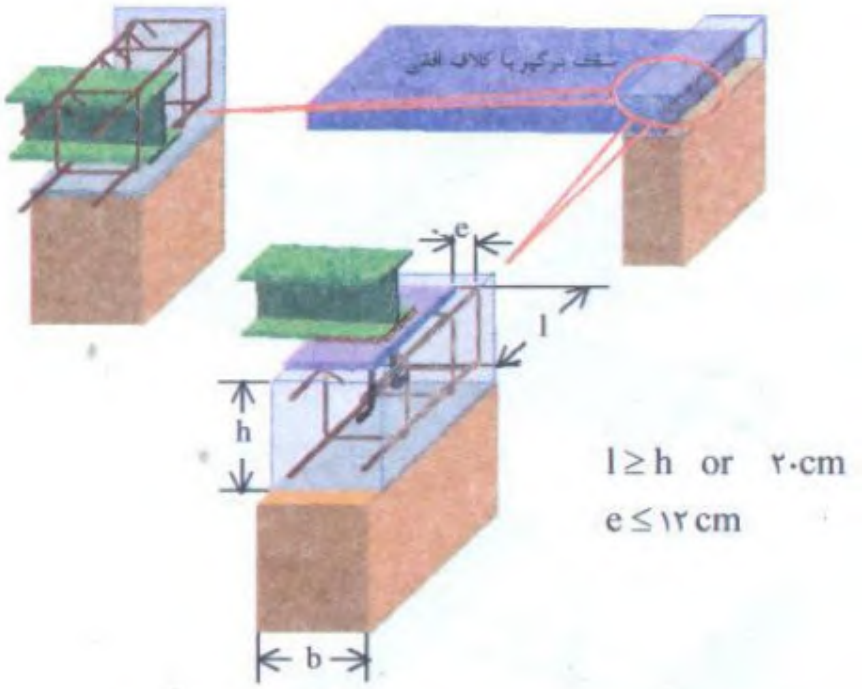


وضعیت کلاف‌های افقی زیر دیوار و روی شالوده

کلافبندی افقی

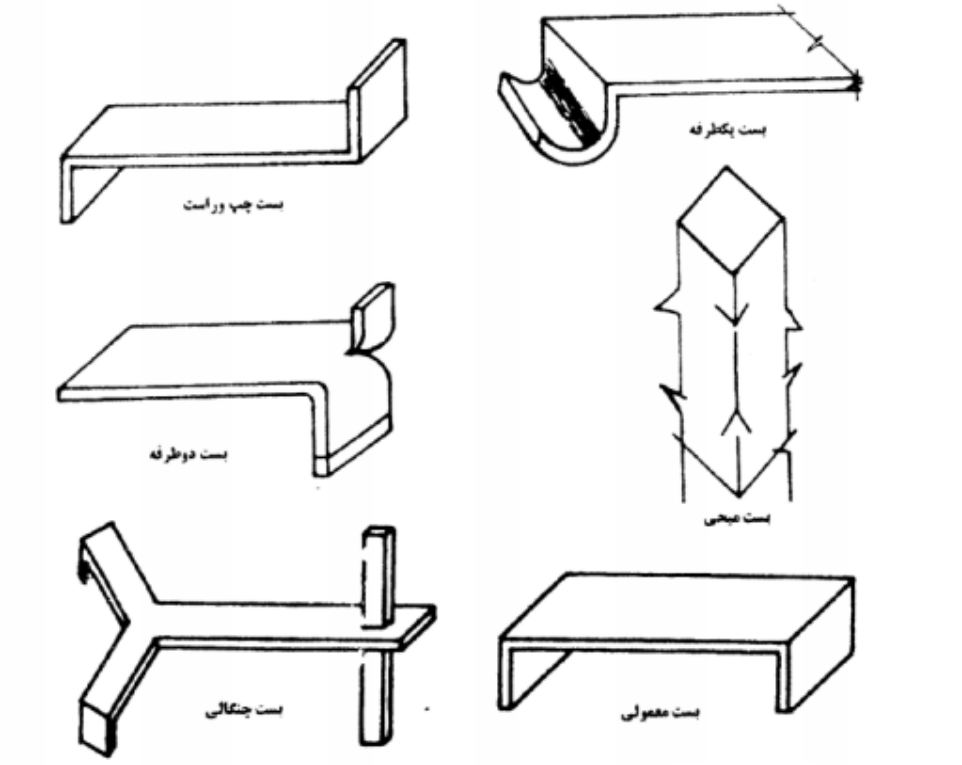


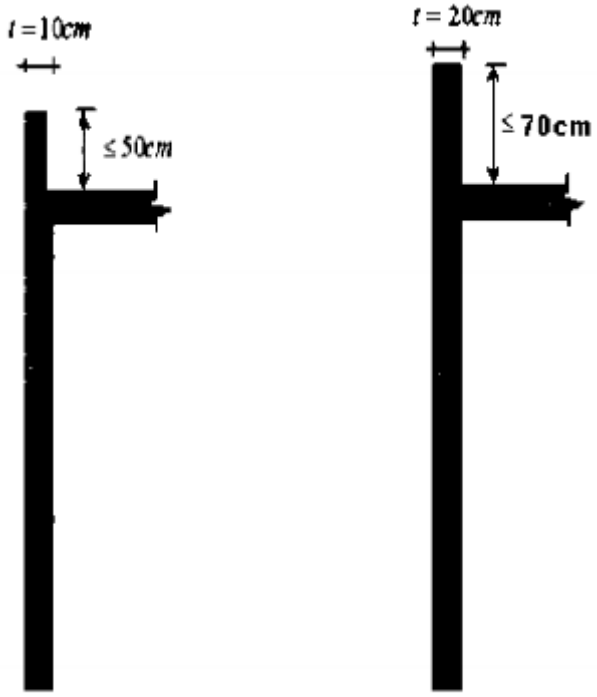
وضعیت کلاف‌های افقی روی دیوار در تراز سقف



جزئیات اتصال سقف با کلاف افقی روی دیوار

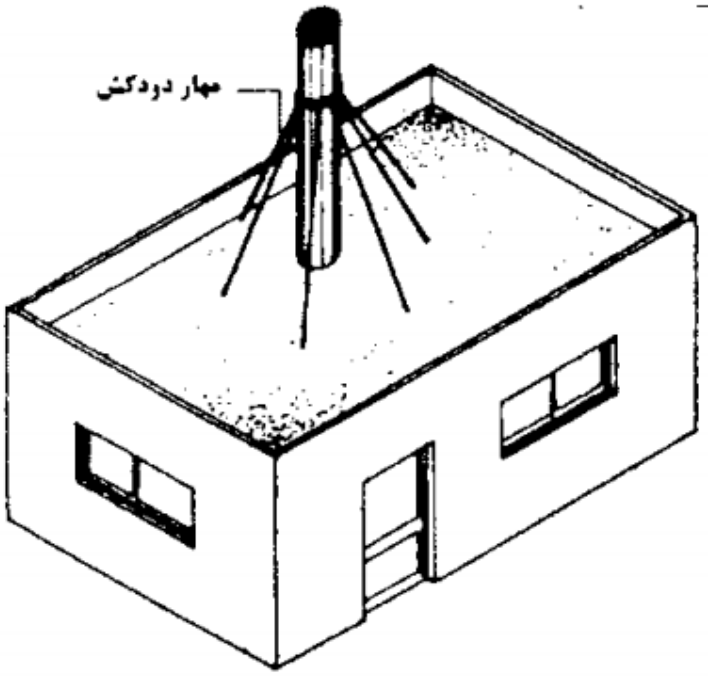
انواع مختلف مهارها و بستها جهت اتصال نما به دیوار



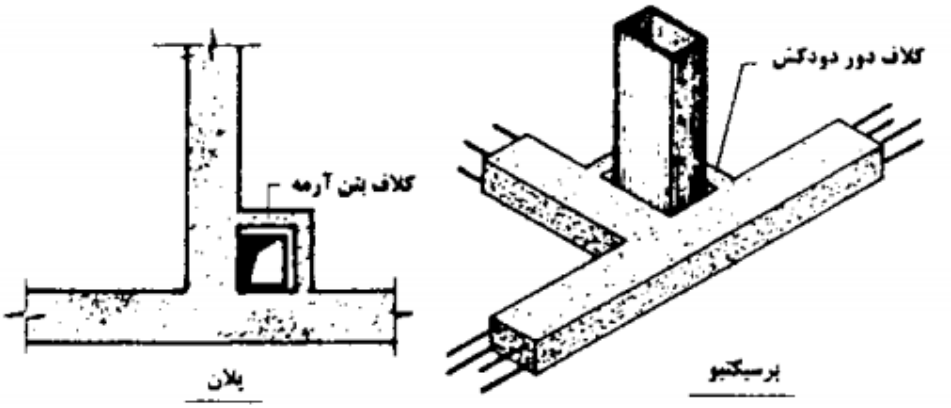


ارتفاع مجاز جان‌پناه

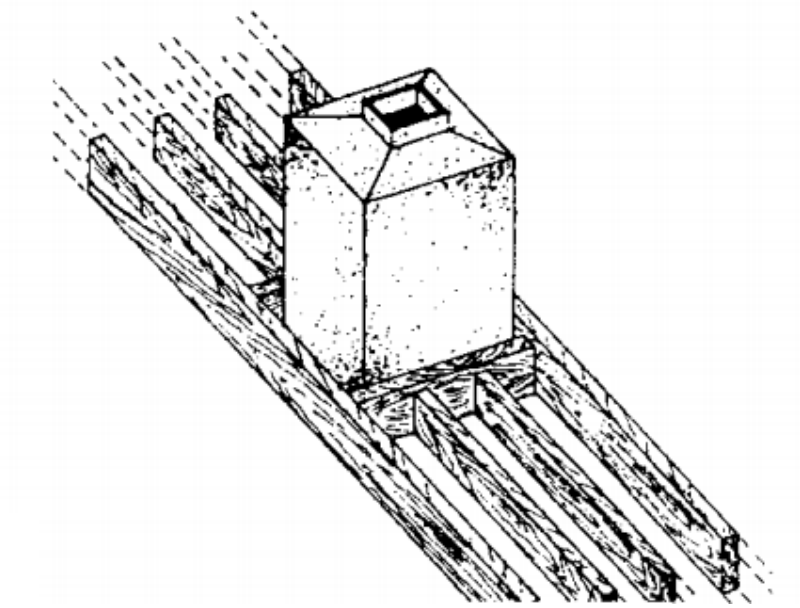
دودکش (مهار با تسمه)

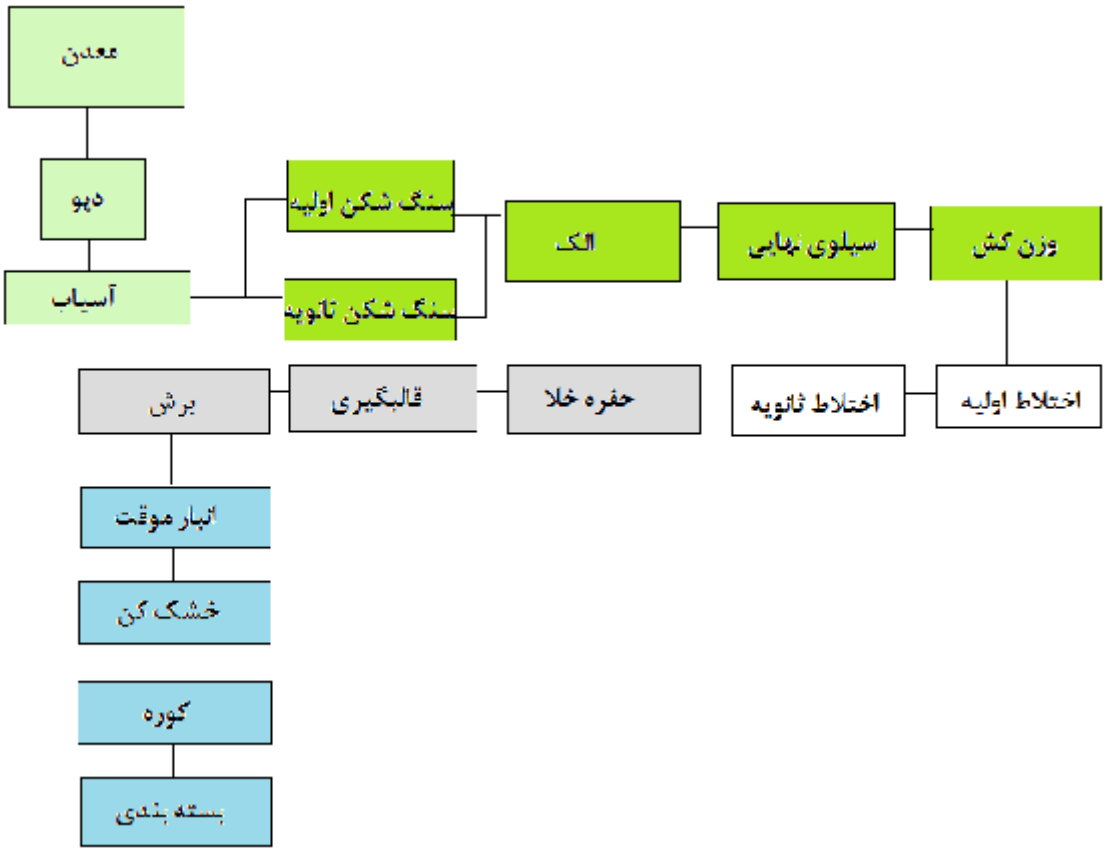


جزییات مهار دودکش با کلاف بتنی

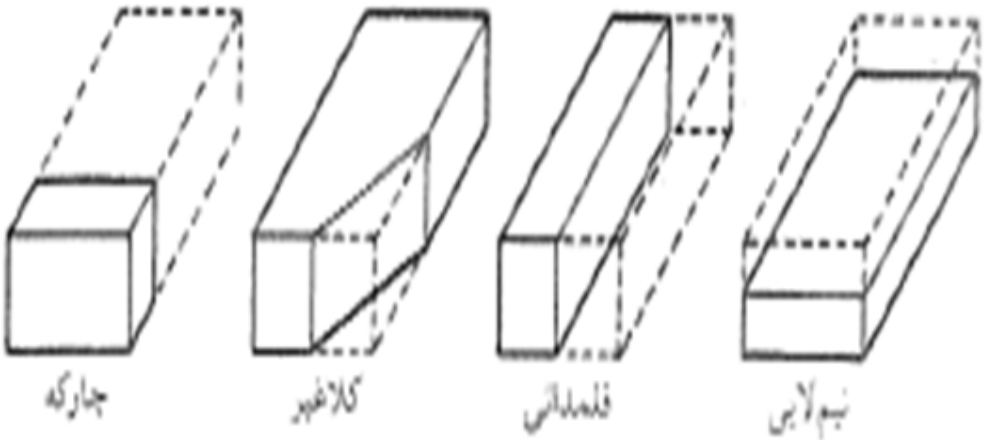


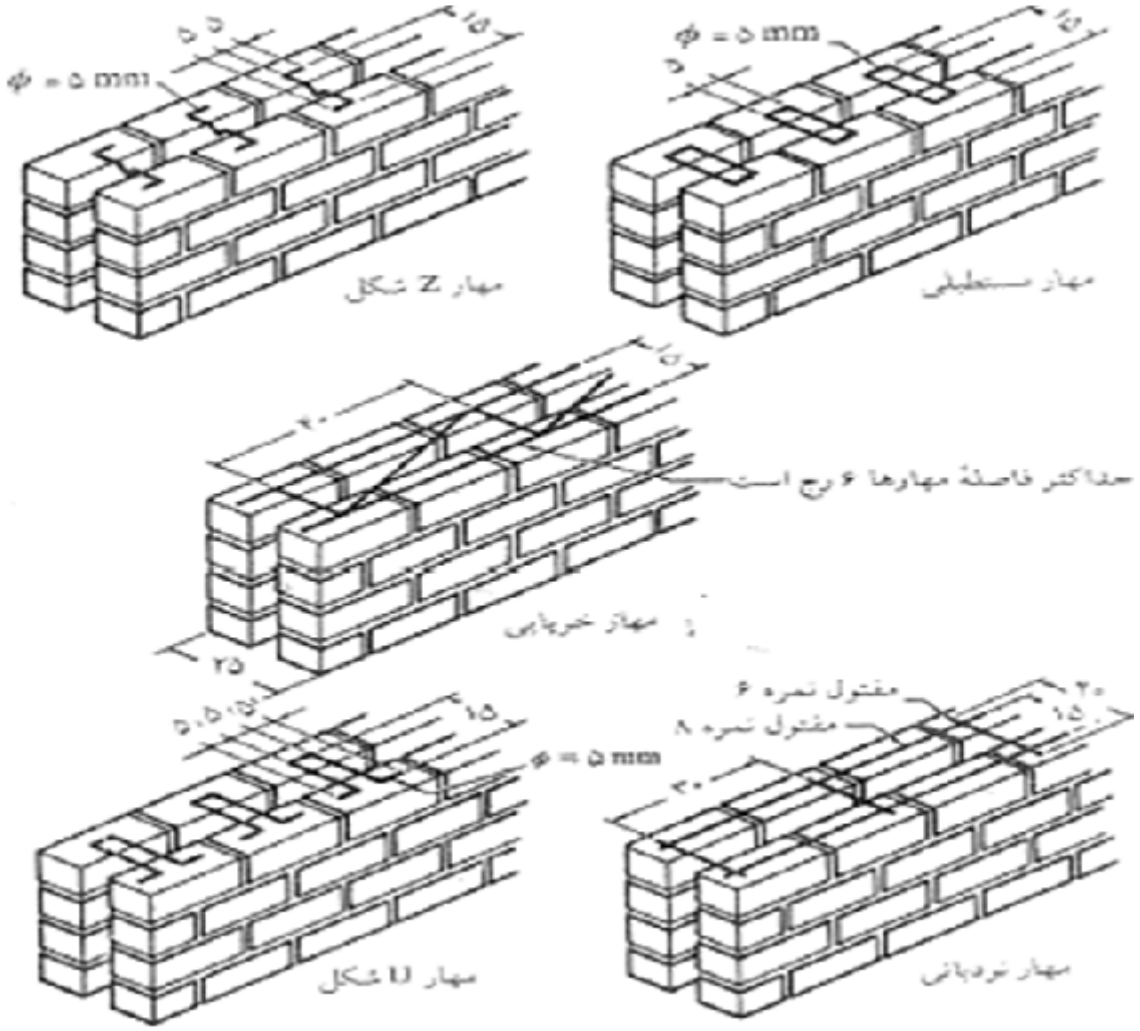
جزییات مهار دودکش با کلاف چوبی



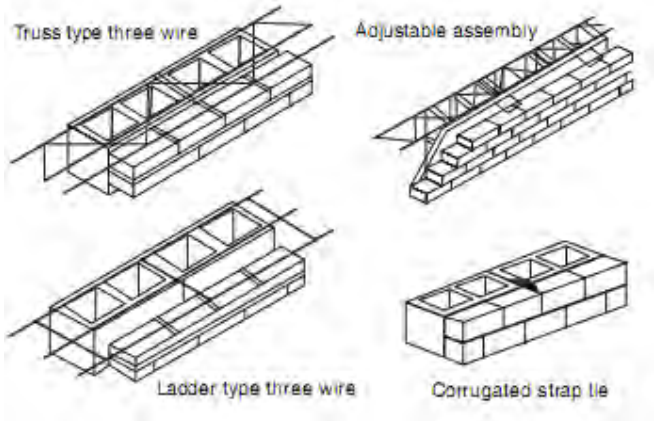


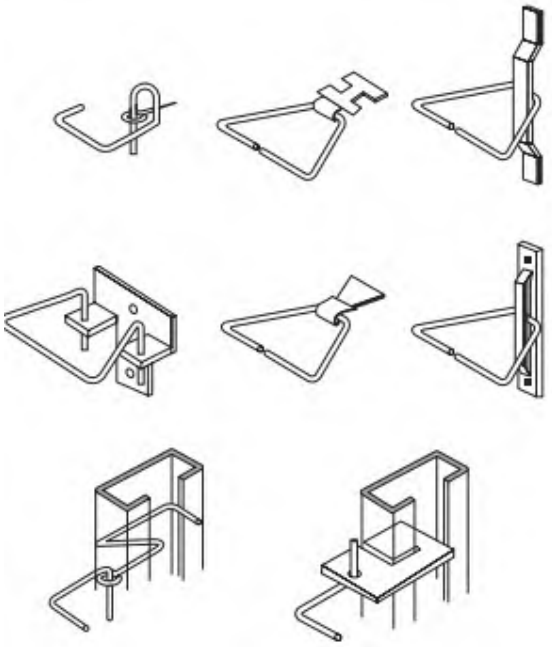
مراحل پخت آجر

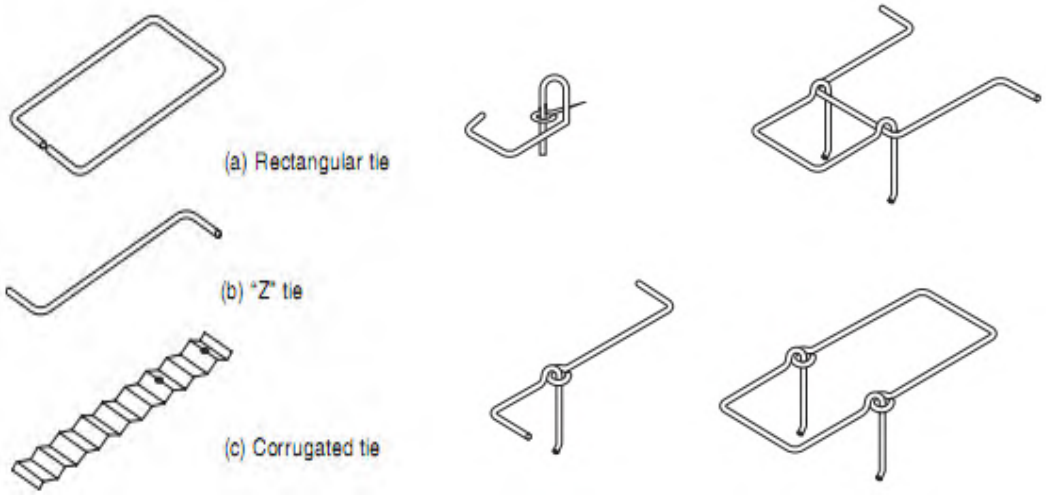




انواع مختلف مهارهای فلزی برای دیوارهای دوجداره.





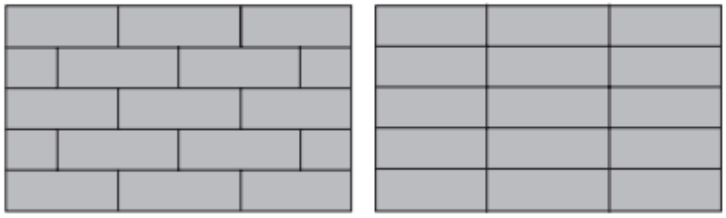


(a) Rectangular tie

(b) "Z" tie

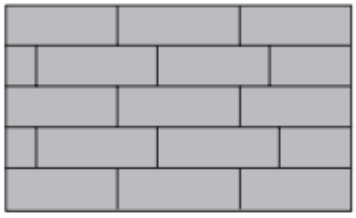
(c) Corrugated tie

Typical bond patterns in a wall.

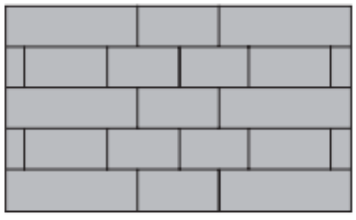


Running bond

Stack bond



1/3 Running bond



Flemish bond

OUTLINE

Introduction
- Definition
- History of Masonry Construction

Building Blocks

Brick
- Manufacturing Processes
- Types, Shape & Sizes
- Strength & Physical Properties

Concrete Block
- Manufacturing Processes
- Types, Shape & Sizes
- Strength & Physical Properties

Masonry Walls
- Types
- Brickworks
- Mortar Joints
- Factors Affecting Masonry Behavior
- Strength & Stability
- Durability
- Cracking

Mortar
- Composition
- Types
- Proportioning

(a) Adobe (Vulnerability class A)

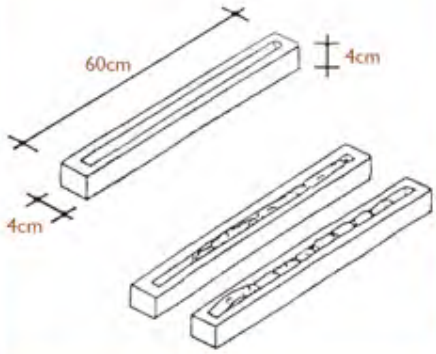
(b) Simple Masonry (Vulnerability class B)

(c) Masonry with Steel Frame
(Vulnerability class C)

(d) Masonry with RC Frame
(Vulnerability class D)

Adhesion Test

Linear Shrink Test



Dry Strength Test

Water Retention Test

Cohesion Test

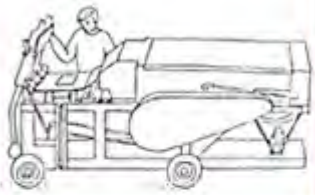
Dry Strength Test

Some techniques used for pulverising soil

Pounding	A manual process that is very slow. Approximately 1m³ can be pounded per day per man, screening afterwards is absolutely essential.	
Jaws	An elementary mechanism of reciprocating motion. With the manual version an output of 3 to 4m³/day, with a weight of 150kg can be expected.	
Squirrel cage	A very rapid rotation of 600 rpm, a 3hp or 2.25kW electric motor. An output of 15 to 20m³/day, with a weight of 150kg can be expected.	
Hammers	Several spring-mounted hammers on a central axle beat the earth at a high frequency, with a 10hp or 7.5kW electric motor. An output of 40m³/day, with a weight of 200kg can be expected.	
Screw	The same system as that used in conventional composting machines. Such machines can be used if care is taken to avoid excess wear. Using a single screw or set of screws, with a 5hp or 3.75kW diesel motor, an output of 15m³/day, with a weight of 200kg can be expected.	
Toothed belt	The only machine with a hopper. It is highly efficient. Using a 3hp or 2.25kW petrol run motor, an output of 30m³/day, with a weight of 100kg can be expected.	

Terstaram

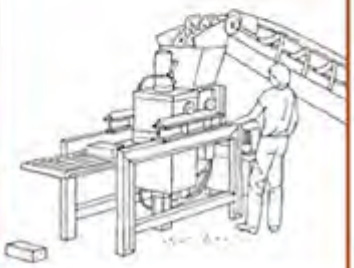
Semi Terstamatique



Pact 500

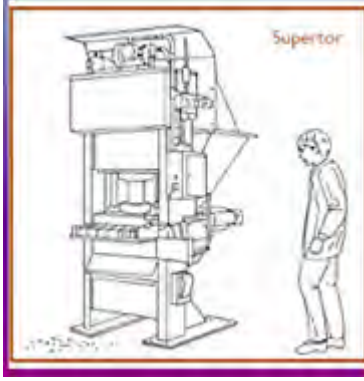
Ceramatic

Tob System



Quixote

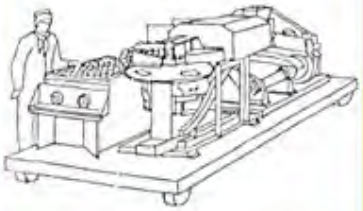
Supertor



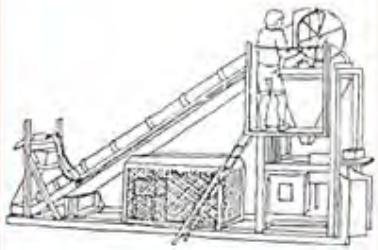
Meili

Earth Ram

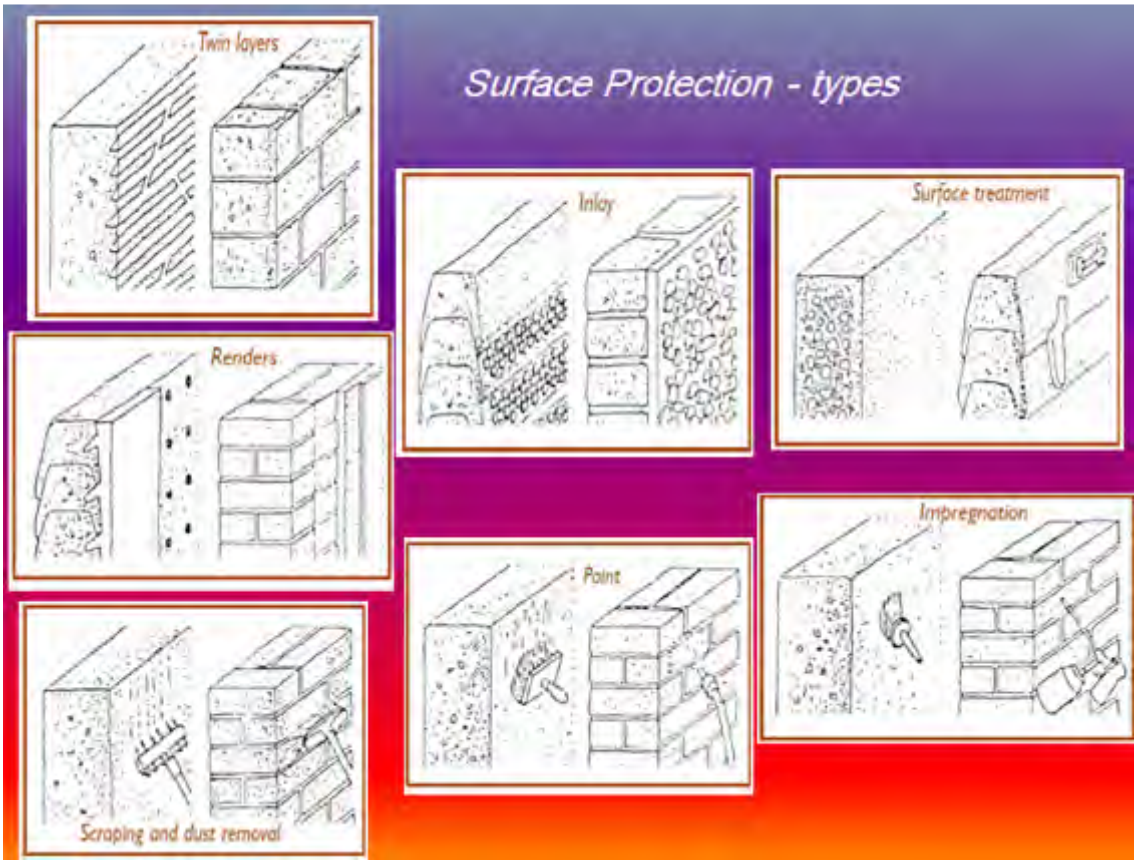
Unipress

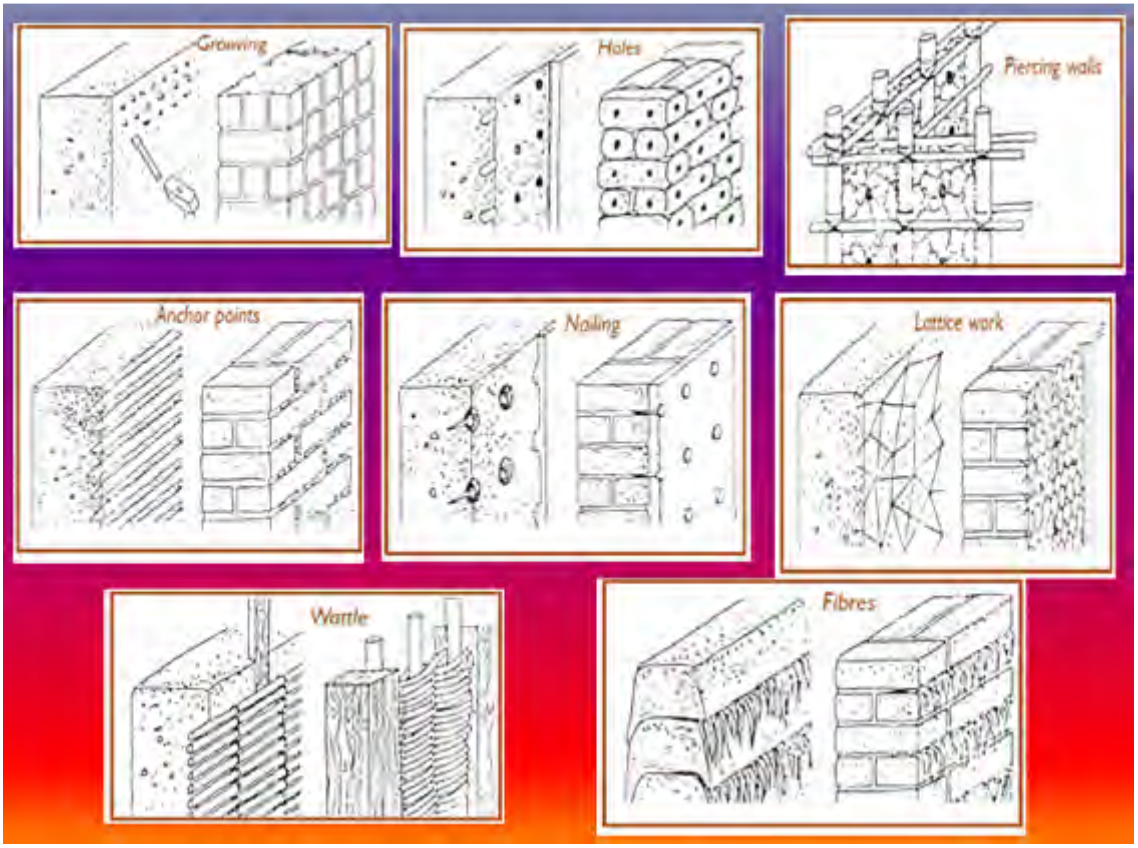


Teroc



Surface Protection - types





• Ziggurat of Ur in Iraq (mud-clay brick)

Roman Colloseum
(70-80 AD)

Leaning Tower of Pisa (1173-1372)

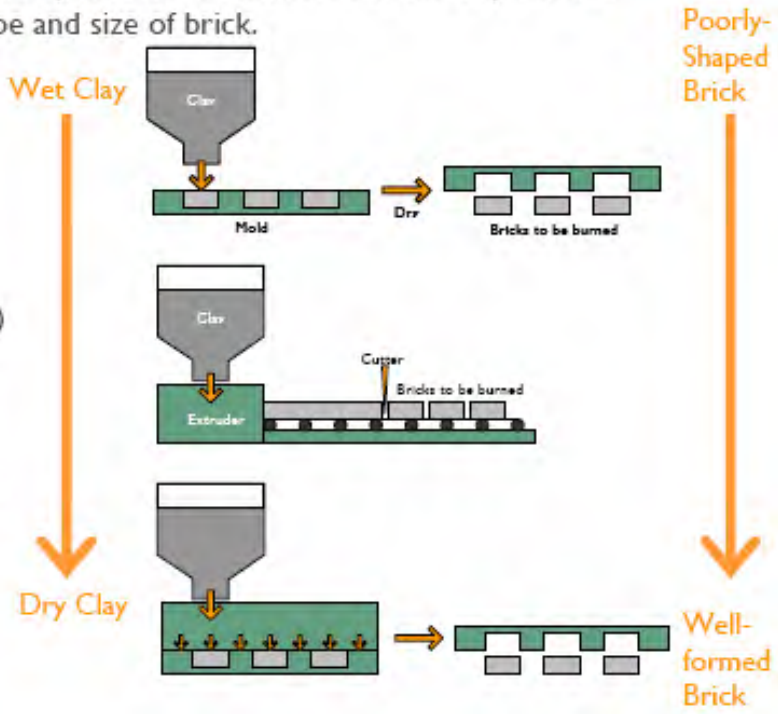
- Many materials may be used as "building blocks" in masonry construction such as:
  - Stone
  - Adobe Brick
  - Kiln-Burned Brick
  - Concrete Brick/ Block
  - Glass Block
  - Terra-Cotta
  - Etc…

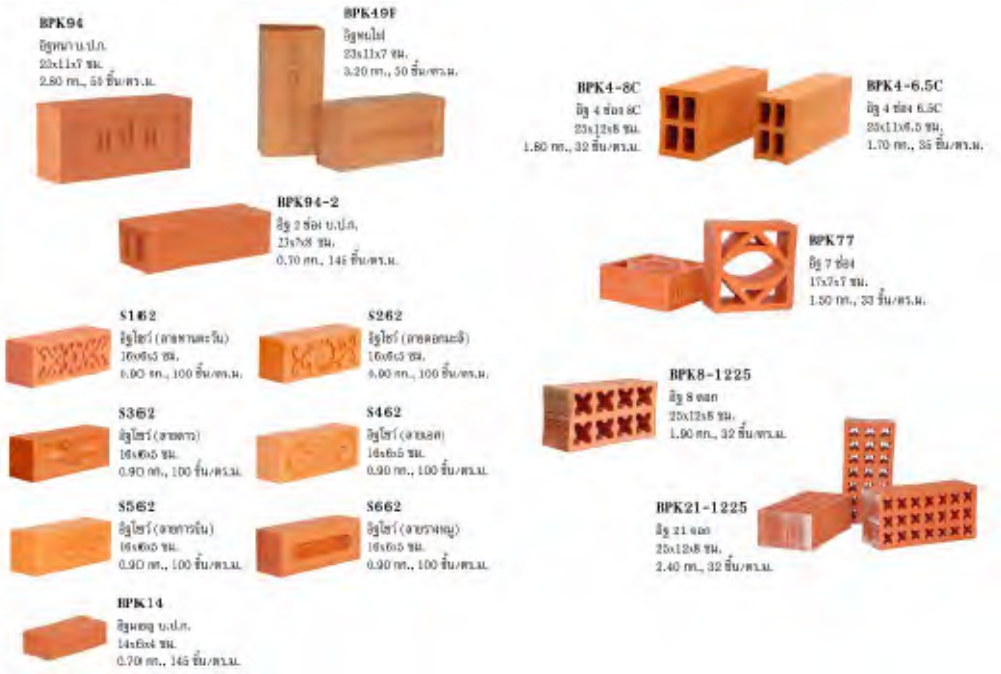
Stone Masonry

- Adobe brick (Sun-dried brick)
  - The most primitive type
  - Made from sun-dried clay and often reinforced with hay
  - Usually found in semi-dessert areas due to its good insulating properties
  - Walls are very thick (about 40 cm) and typically limited to one story

Extruder and wire cutter (stiff-mud process)

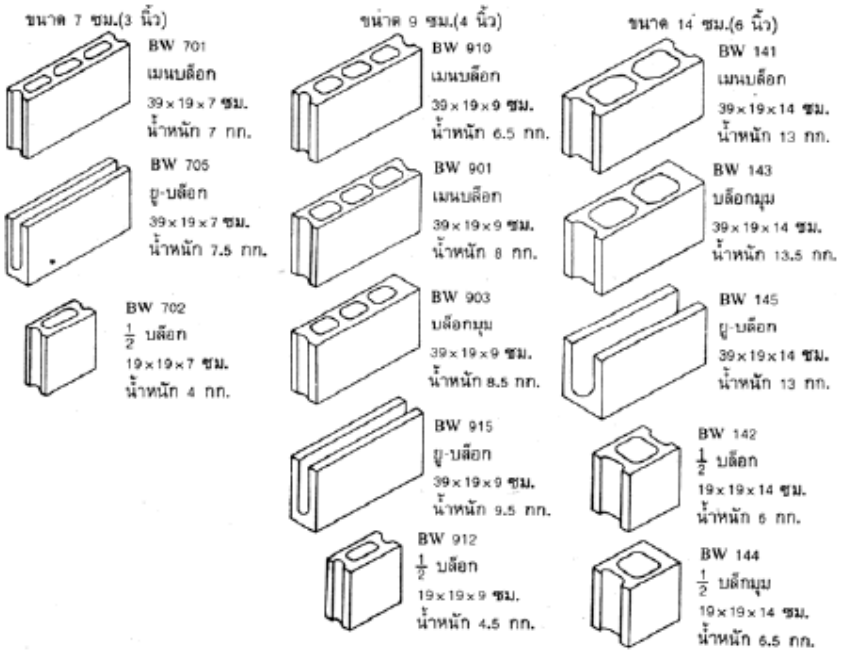
- The choice of process depends on the moisture of the clay and the tolerance on the shape and size of brick.
  - Soft-Mud Process
  - Stiff-Mud Process (Extrusion Process)
  - Dry-Press Process



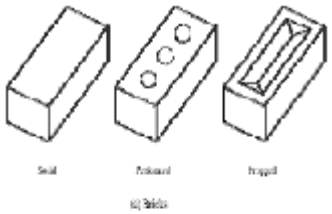


Concrete Block

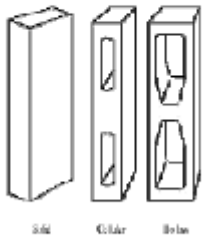
- Has hollow core to save weight
- Often used as a core or where appearance is not important
- Advantages
  - Inexpensive
  - Faster to lay than brick
  - Good insulation property due to its hollow core
- Disadvantages
  - Ugly
  - Fragile (loss during shipping)



- Types of brick by shapes
  - Solid
  - Perforated
  - Frogged
  - Cellular
    Hollow
- Types of brick by usage
  - Building Brick (common brick)
    Face brick
    Paving brick
  - Special brick



a) Bricks



b) Concrete blocks

Figure 2.1 Common types of bricks and blocks.

Source: Hendry and Khalaf (2001)

Manufacturing of Concrete Block

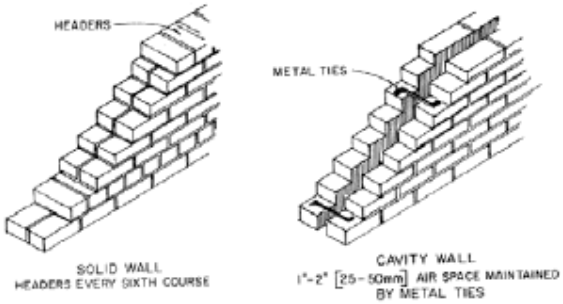
1. Deliver of Raw material
2. Batching & Mixing
3. Molding machine (use vibration and pressure to mold)
4. Concrete block leaves the molding machine unmolded (will become fully set in 1 hour)
5. Curing
   - Atmospheric pressure steam curing at about 150-190F
   - High pressure steam curing (autoclave) cure at 360F
6. Packaging and storing
7. Delivering

Mortar is generally defined as the mixture of:

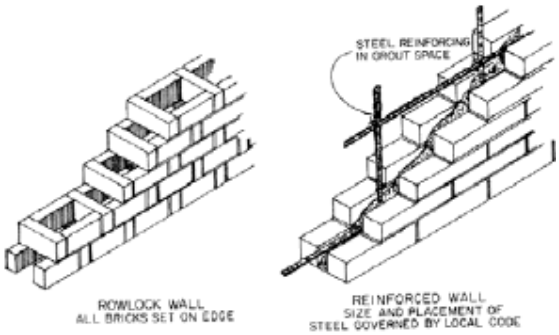
- Portland cement – provides the strength
- Sand – acts as a filler and provides durability and strength
- Lime (optional) – provides workability
- Water – react (hydration) with portland cement

Load-Bearing Walls can be further categorized into several types:

- Solid Walls
  - 2 or more "wythes"
  - They can be bonded together by using brick headers or metal ties



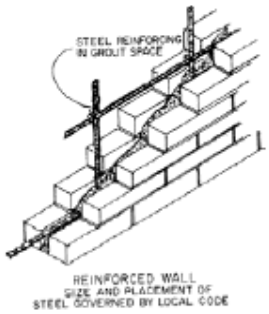
- Cavity Walls/ Rowlock Wall
  - Create an air space between two wythes for improved insulation or to prevent passage of moisture from outer wall
  - Not permitted in areas with high probability of earthquakes



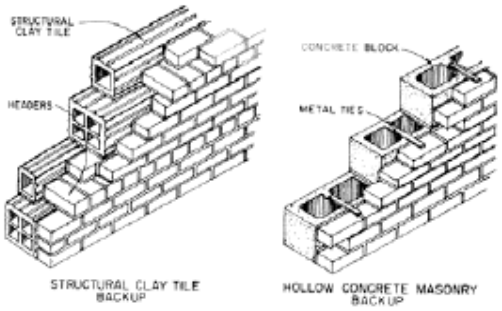
Source: Smith and Andres (1980)

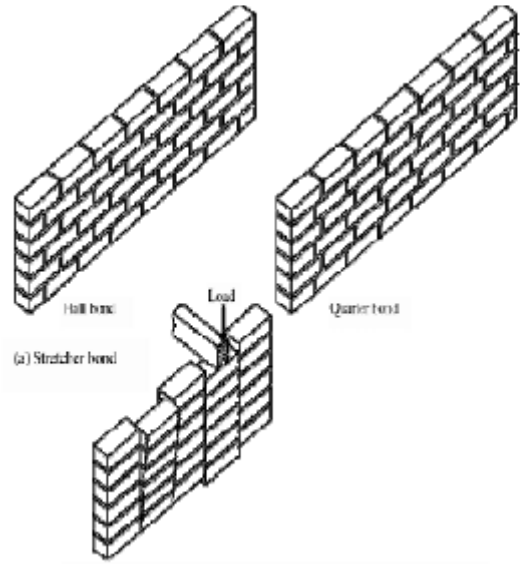
Types of masonry construction.

- Reinforced Walls
  - Have steel reinforcement grid in grout space between two wythes to provides better bond
  - For areas subjected to earthquakes or tornados/ hurricane



- Faced Wall
  - Brick wall in the front tied with other backup wall (such as concrete block or cast-in-place concrete wall)
  - Brick is structurally tied to the backup wall





(b) Stack bond, showing structural weakness of carrying beam loads

- The pattern in which the bricks stack together is called "bond"
- There are several patterns possible, some for strength purposes, some for architectural purposes.

Non Load-Bearing Walls can be further categorized into several types:

- Veneered Wall
  - Brick wall in the front not structurally tied with the wall behind (such as wood)
- Curtain Wall
  - Brick is used as filler in RC or steel frames
  - It has to be able to carry its own weight and horizontal wind load
  - Need to have some means to transfer horizontal load to the structural frame

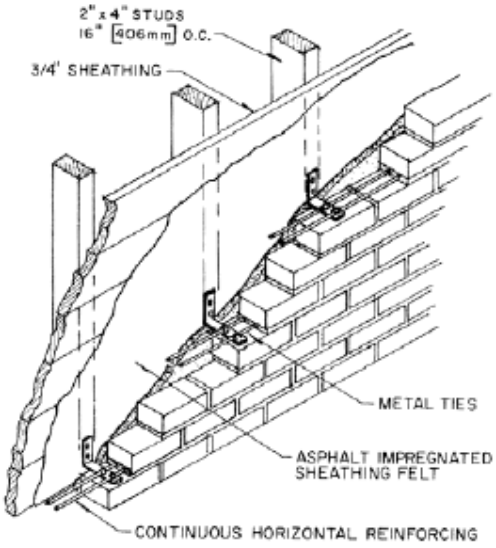
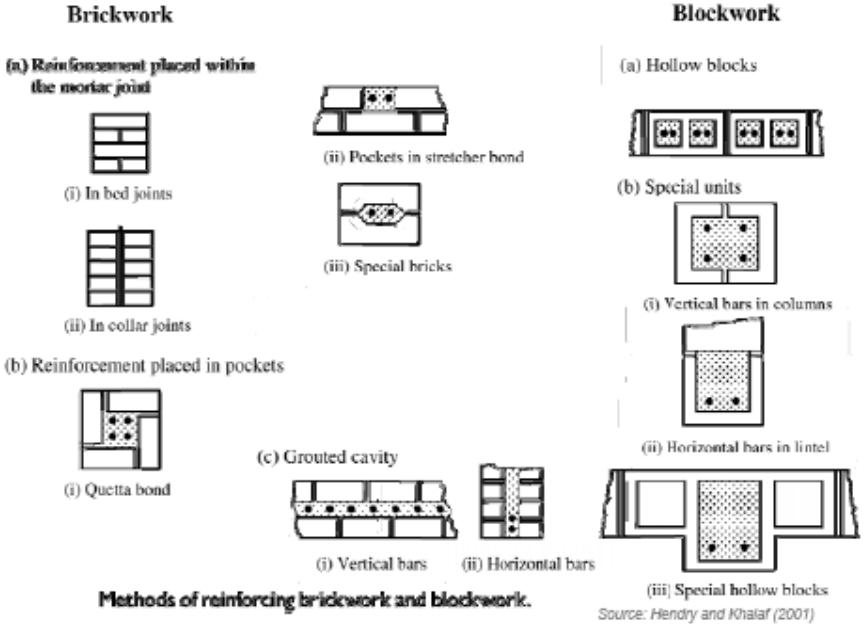


Fig. 4-11 Brick veneered wall over wood studs.

Source: Smith and Andres (1989)

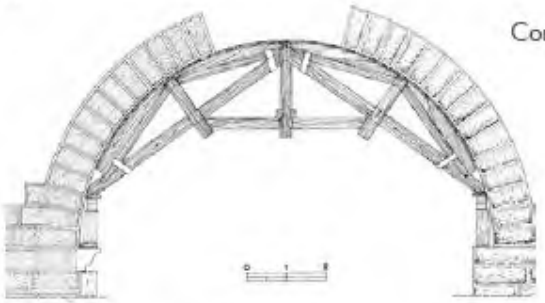
Reinforced Walls

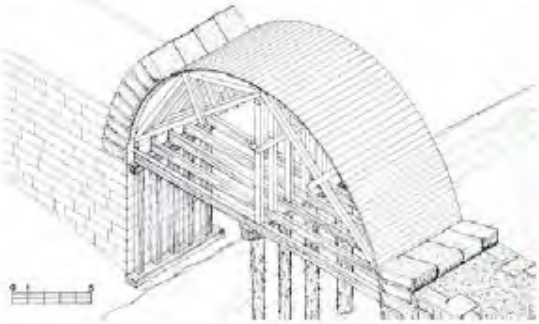


Methods of reinforcing brickwork and blockwork.

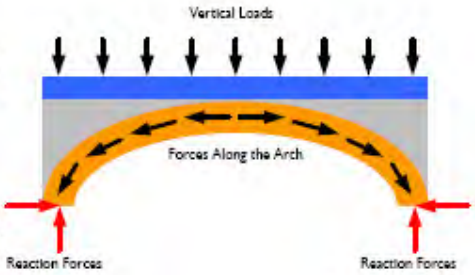
Source: Hendry and Khalaf (2001)

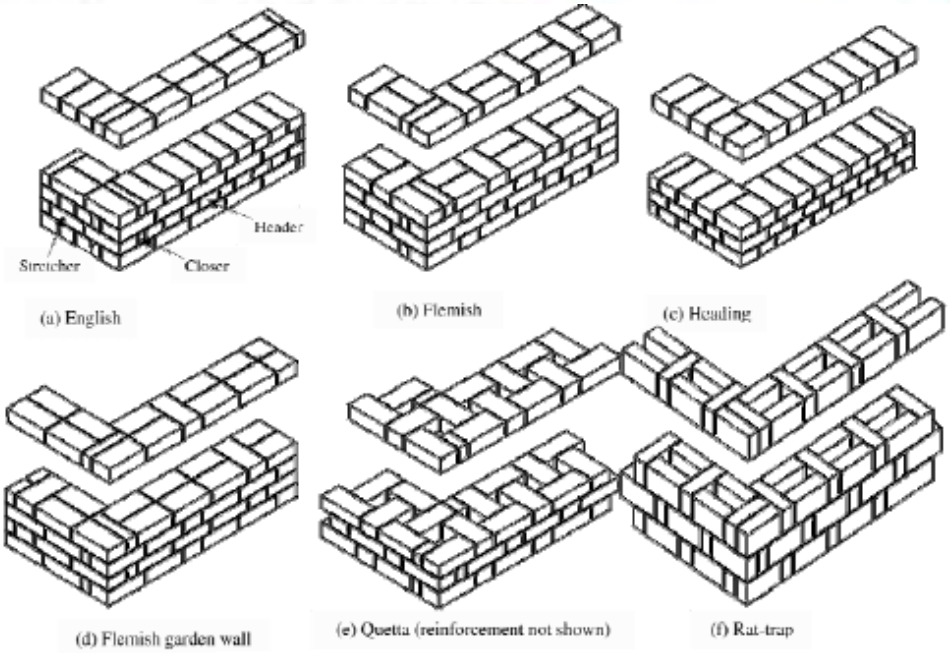
Construction of arch





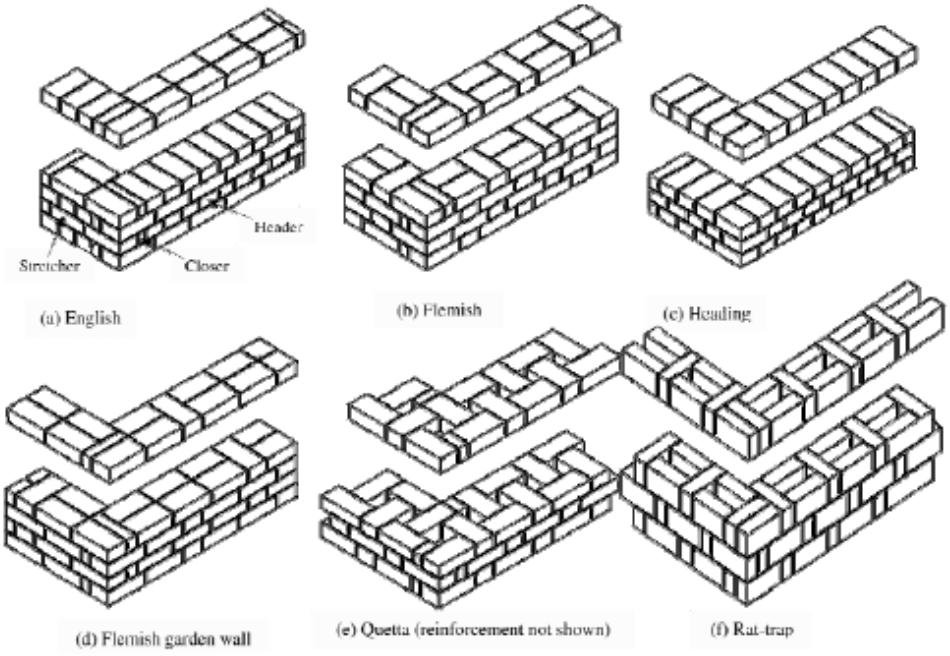
Force transfer in arch



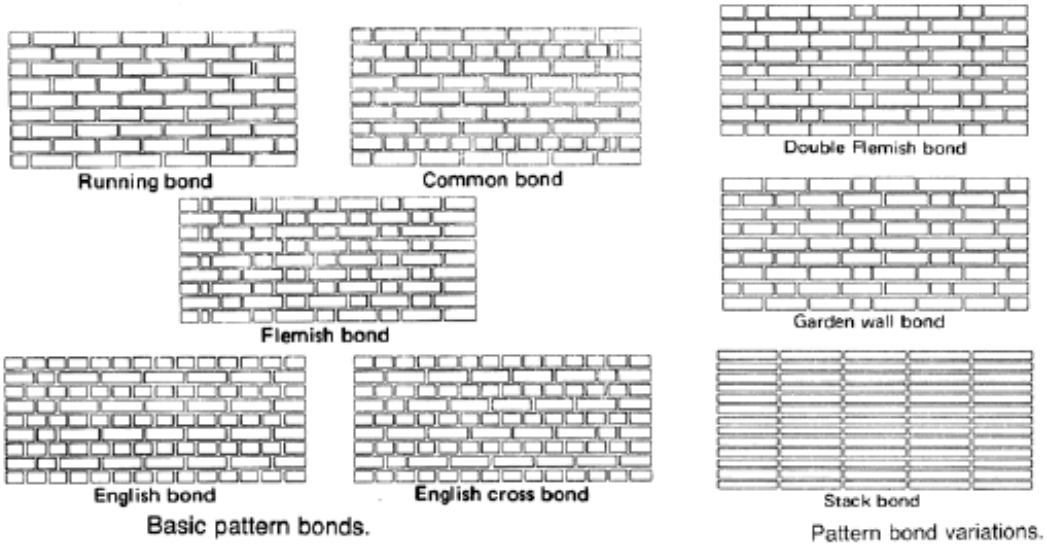


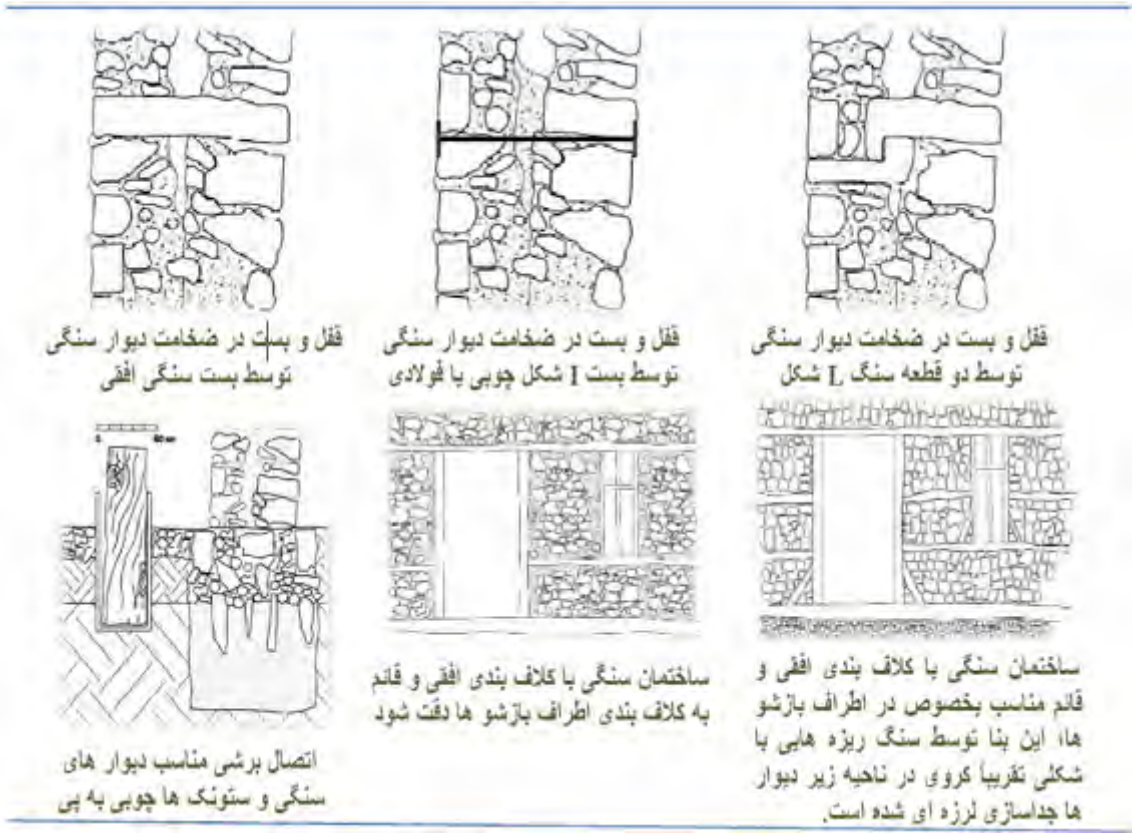
Brick masonry bonds. (After BS 5628: Part 1)

Source: Hendry and Khalaf (2001)



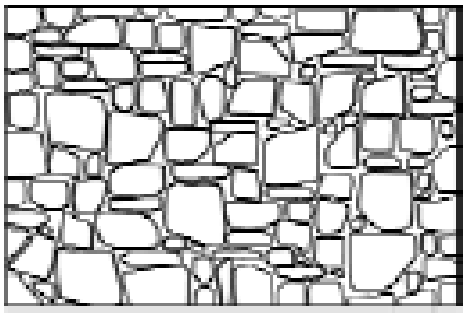
Brick masonry bonds. (After BS 5628: Part 1) *Source: Hendry and Khalaf (2001)*



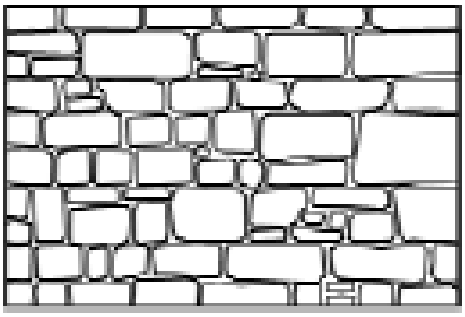


در طراحي سازه هاي بنايي موارد زير بايستي در نظر گرفته شود

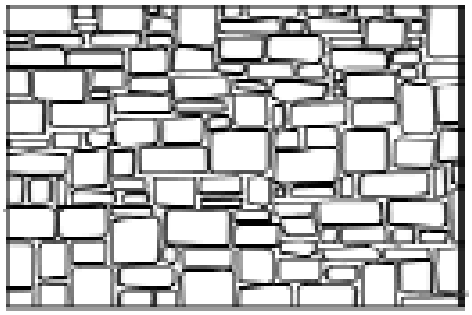
1-پيكربندي سازه اي 2- دتايلهاي معماري 3- مشخصات مصالح بنايي،بتن و ملات4-اتصال دهنده ها ودرزگيرها با چسبهاي پركننده5- مشخصات دتايلهاي اجرايي 6- فرايند ساخت



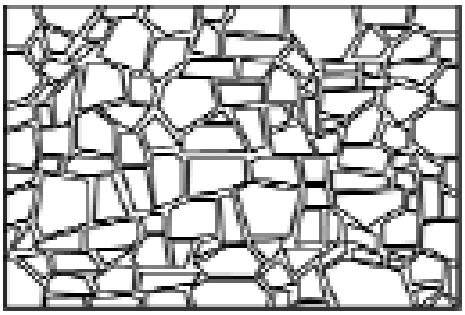
Uncoursed random rubble



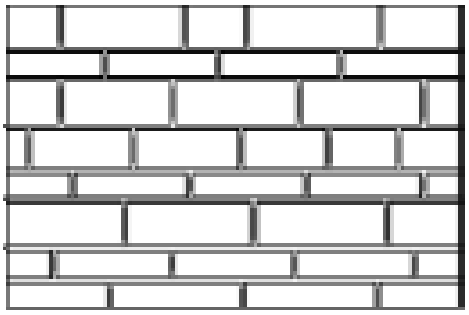
Coursed random rubble



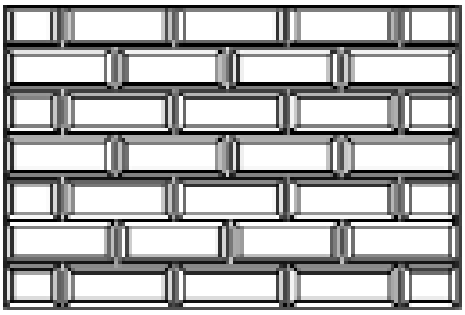
Coursed squared rubble



Polygonal rubble



Polished Ashlar



Rusticated V jointed ashlar

Patterns for stone masonry walls

Source: Hendry and Khalaf (2001)

انواع خرابی ترک ها در سازه های بنایی

1-ترکهای ناشی از نشست طبیعی زمین

2-ترک ناشی از خشک شدن لایه های بنا در زمان احداث و عوامل جوی در طول زمان

3-ترک ناشی از جابجایی ناگهانی لایه های زمین

4-ترک بر اثر افزایش یا کاهش بارهای وارده بر پی ها

5-ترک بر اثر وارد آمدن نیروهای رانشی بر بنا

6-ترک ناشی از لرزشهای پیرامونی بنا مانند ترافیک ، انفجار،حفاری و غیره

7-ترک براثرتغییر فشار آبهای زیرزمینی و تغییر رطوبت در بخشهای زیر پی ها

8-ترک بر اثر تعبیه و فعالیت تأسیسات مدرن در داخل بناهای تاریخی

9- ترک ناشی از کاهش تدریجی مقاومت و چسبندگی مصالح و ملاتها به علت فرسودگی در طول زمان

10-ترک لر اثر ساخت و سازجدید (الحاقات) بدون توجه به پیوستگی و همبستگی سازه ای بناهای قدیمی

11-ترک بر اثر فشارهای وارده مانند تاق ها و فشار ناشی از زمین

12-ترک در دیوار منحنی

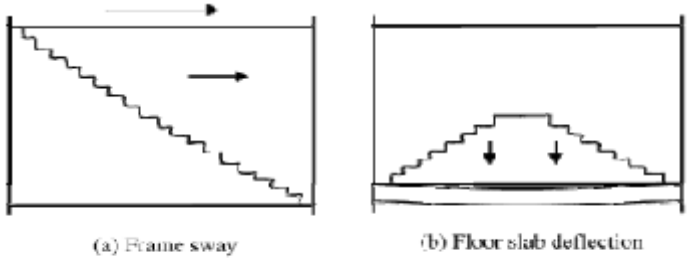
13-ترک در نقاط اتصال دیوارها

14-ترک در جداره ها ودیوارهای پر بازشو (درها و پنجره ها)

آسیب های سازه های بنایي در اثرموارد زیر بوجود می آید

1-عدم وجود کلافهای قایم و افقی
2-کیفیت نامناسب مصالح کلاف بتنی
3-جزییات اجرای ناصحیح کلاف بهمدیگر مخصوصاً در گره های اتصال
4-اتصال نامناسب کلاف با دیوار
5-عدم رعایت فاصله کلافها
6-ترک خوردگی قطری در دیوارها
7-جداشدگی اتصا ل آجر با ملات
8-لغزش دیوارها در محل جرز
9-تغییر مکان نسبی سقف نسبت به دیوار و عدم اتصال مناسب بین سقف و دیوارها
10-سنگینی بیش از اندازه سقف

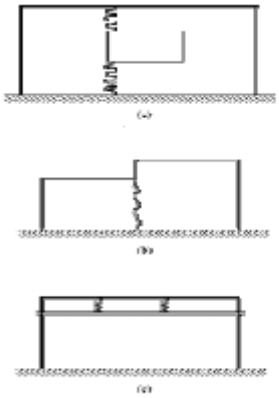
11-عدم یکپارچه عمل کردن سقف
12-رانش سقف در سقفهای قوسی
13-واژگونی دیوار بر اثر تلاشهای عمودبر صفحه دیوار
14-عدم رعایت مقدار دیوار نسبی و کم بودن ضخامت دیوار در قیاس با ارتفاع آن
15-عدم رعایت ارتفاع به ضخامت و زیاد بودن پهناي ژنجره درقیاس با ارتفاع آنها
16-نامنظمی در پلان
17-نامنظمی در ارتفاع (نامنظمی در مقاومت ،جرم و سختی و . . .)
18-محل قرار گیری بازشو و کم بودن فاصله بین بازشوها و کنج دیوارها
19-اندازه بازشو و کم بودن ابعاد در و پنجره
20-تعداد طبقات با توجه به نوع سیستم سازه ای
21-طول طره
22-نسبت طول به عرض
23-عدم همجوانی مقاومت ملات با آجر
24-اتصال نا مناسب دیوار جانپناه
25-عناصر غیر سازه ای
26-عدم تداوم نعل درگاهي در جرزها به اندازه کافي
27-فقدان کرسي چيني مناسب
28- ضعیف بودن کیفیت ملات بکار رفته دربنا
29- فقدان مقاومت برشي لازم در دیوارها و کافي نبودن مقاومت برشي
30- ناتواني ساختمان در حفظ انسجام در هنگام ارتعاش و فروریختن دیوارها
31- نامناسب بودن اتصال بین دیوارهاي متقاطع



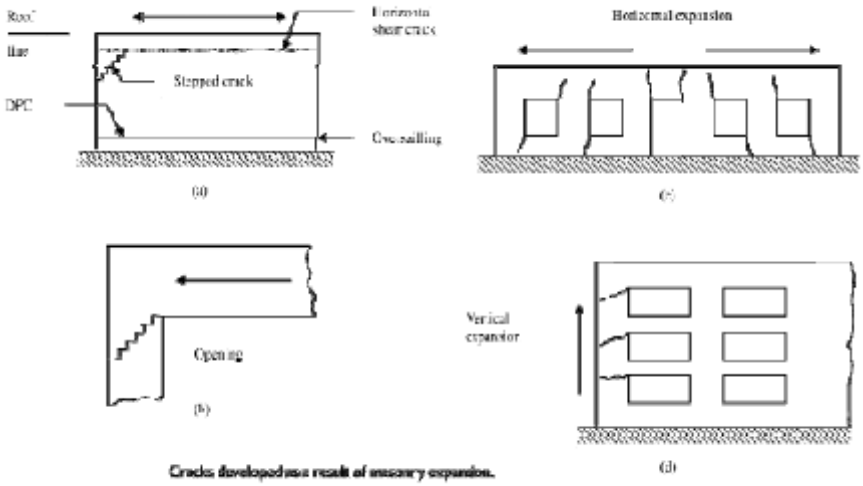
(a) Frame sway (b) Floor slab deflection

Cracking due to deflection of structural frame.

source: Hendry and Khalaf (2001)

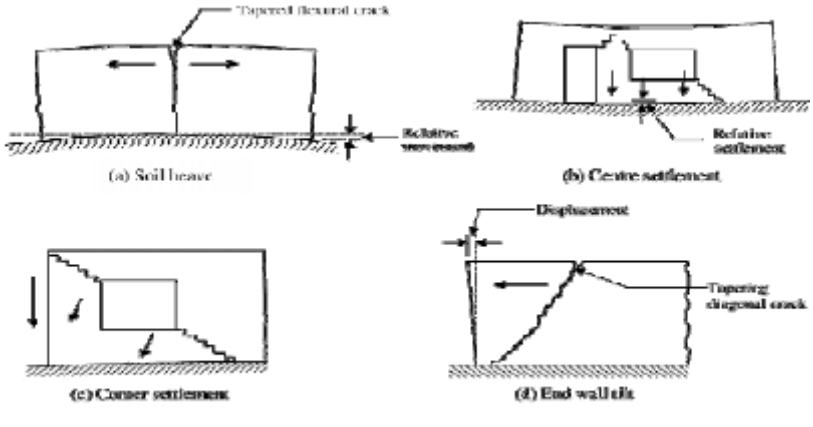


Shrinkage effects in calcium silicate brickwork or concrete blockwork.



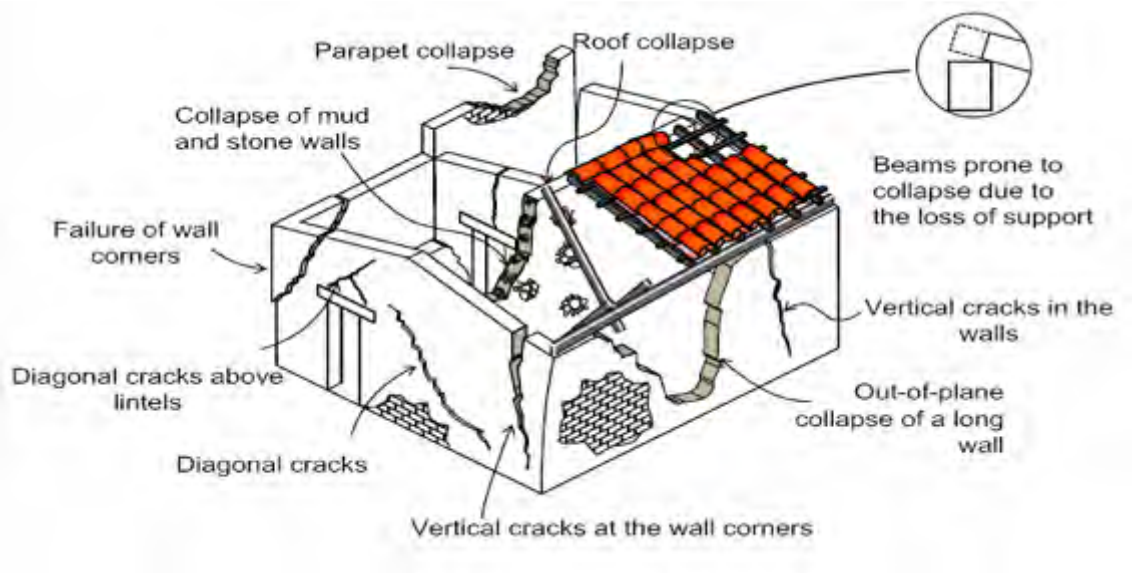
Cracks developed as a result of masonry expansion.

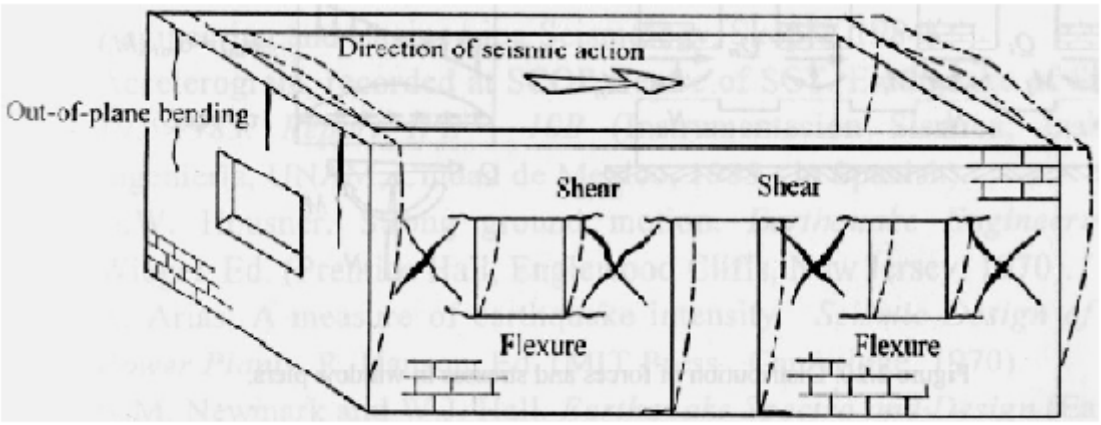
Source: Hendry and Khalaf (2001)



Evidence of soil movement.

Source: Hendry and Khalaf (2001)





Typical deformation and damage to URM building

نارسایی های مشاهده شده در شناژ بندی سازه های مصالح بنایی

بر اساس مطالعه مستندات موجود از رفتار سازه های مصالح بنایی با شناژ انواع معایبی که برای شناژ بندی عبارتند از

۱- عدم وجود یا قطع شناژ افقی

۲- عدم وجود یا حذف برخی ازشناژ های قایم

۳- اتصال نامناسب شناژها به یکدیگر

۴- فاصله زیاد خاموتها در شناژ قائم

۵- فاصله زیاد خاموتها درشناژ افقی

۶- کیفیت بد بتن

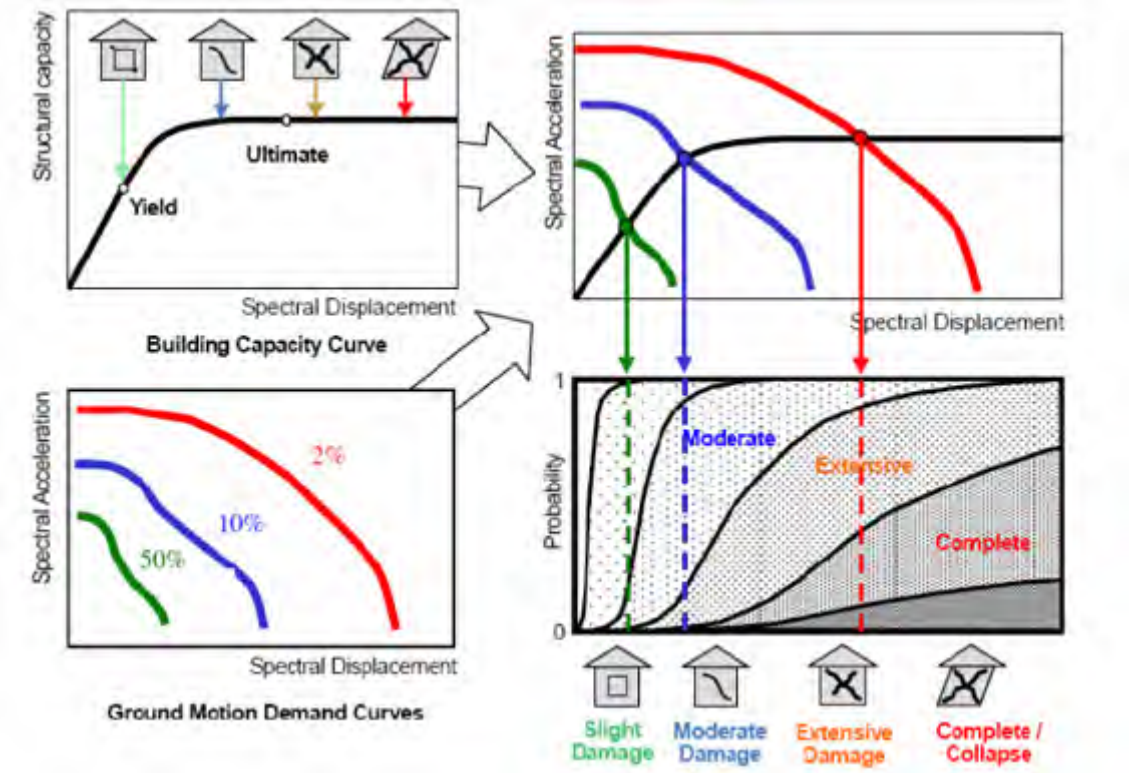
۷- پوشش بد آرماتور

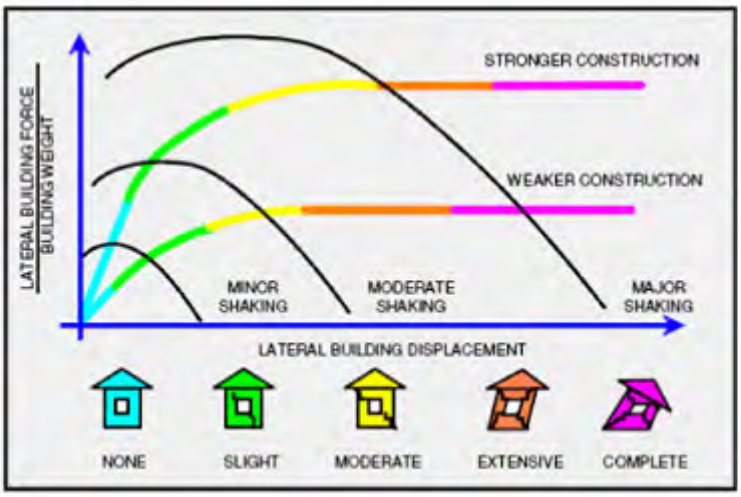
۸- ارتفاع زیاد شناژ قائم

۹- پرکردن شناژ ها با آجر

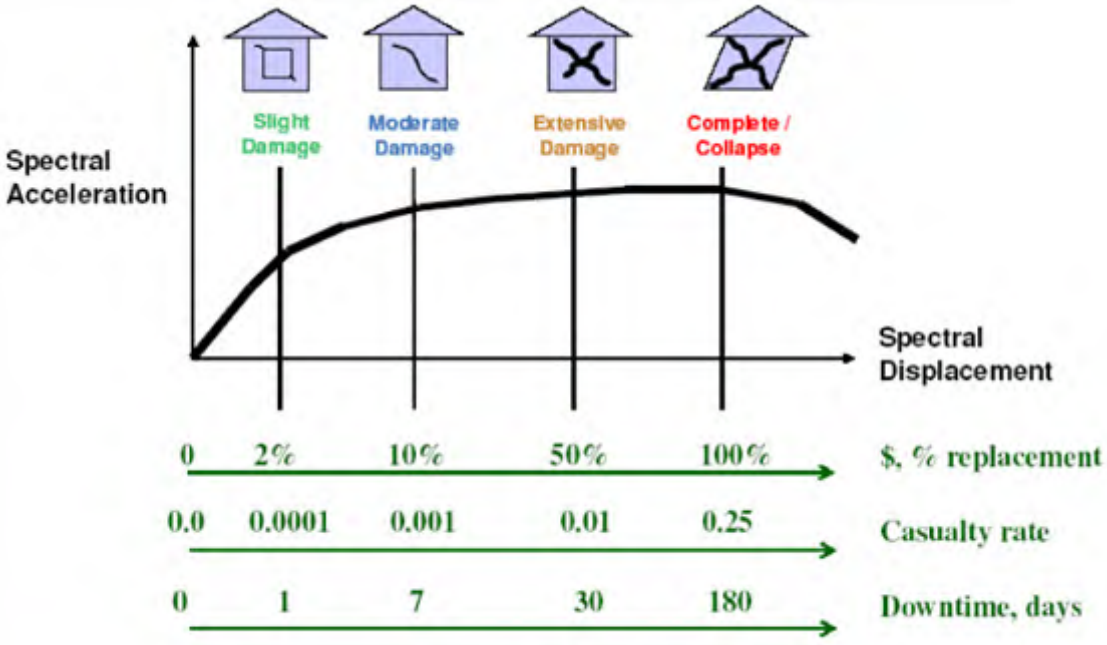
۱۰- قطع آرماتور شناژ

۱۱- فاصله زیاد شناژ های قائم از یکدیگر

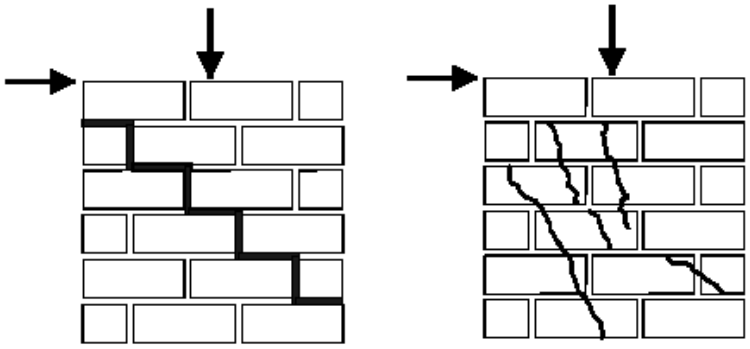




Determination of building response points (performance points) and correspondence between damage states and segments in building capacity curve

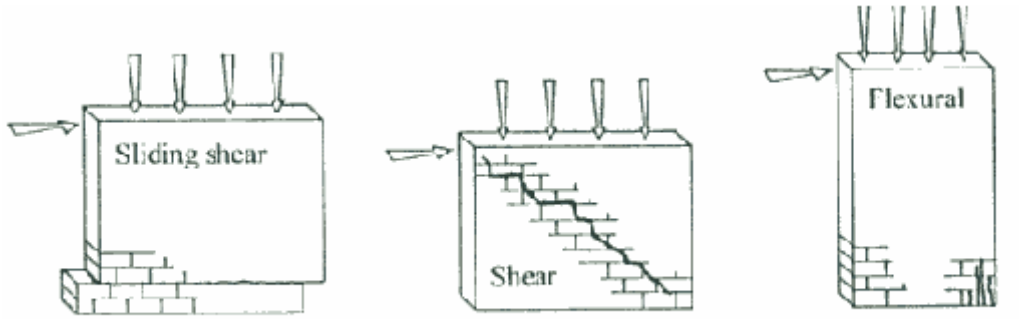


Building loss functions

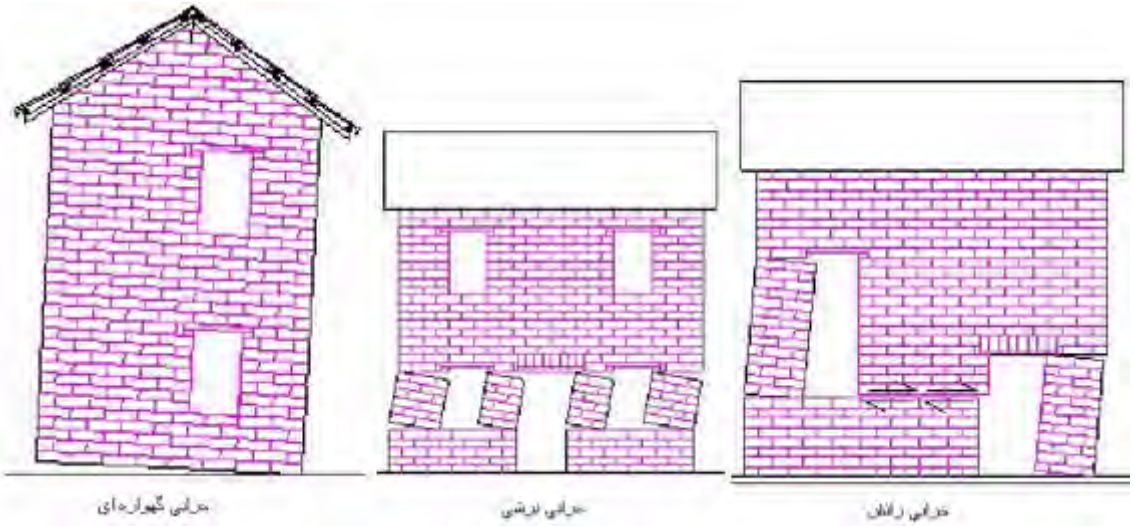


Stepping failure or joint slipping

Cracking of units



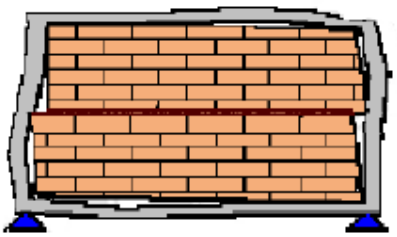
(a) (b) (c)



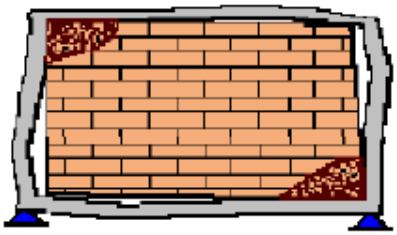
خرابی گهواره‌ای

خرابی برشی

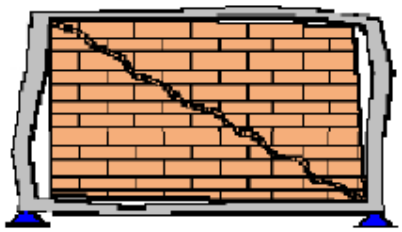
خرابی زلزله



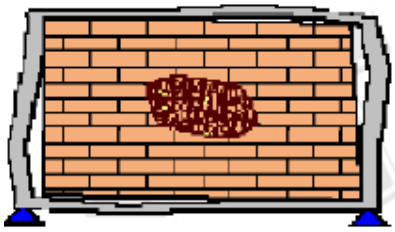
۱- مود برش لغزشی



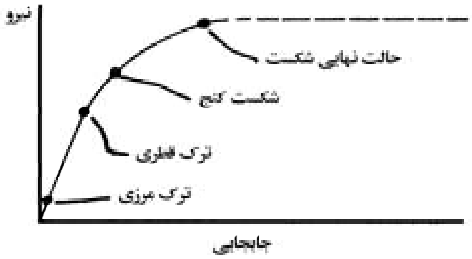
۲- شکست فشاری گوشه

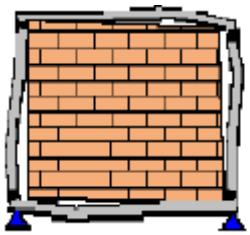


۳- شکست برش قطری



۴-شکست فشار قطر





۵- شکست قاب

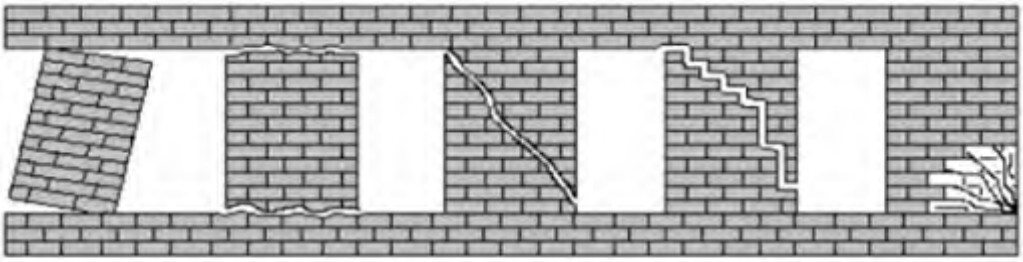
Application of the CAM method to the seismic improvement of a masonry apartment building at Sigillo (Perugia) (filmed during works in December 2000).

انسجام در سقف طاق ضربی با تسمه کشی

CAM arrange - ment in chase.

Detail of the connect- ion between orthogonal walls.

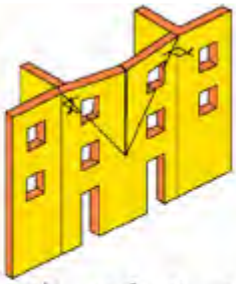
Detail of the link to the R/C kerb around a wooden truss.



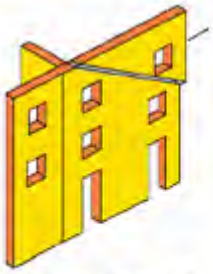
(a) Rocking (b) Sliding (c) Diagonal tension (d) Toe crushing

شکست خارج از صفحه شکست خارج از صفحه شکست درون صفحه‌اي

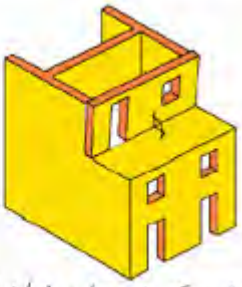
شکست خمشی برون صفحه
به علت ایجاد ترک افقی
و ایجاد یک قوس قائم



ایجاد یک قوس افقی
به علت ترک قائم
ناشی از خمش

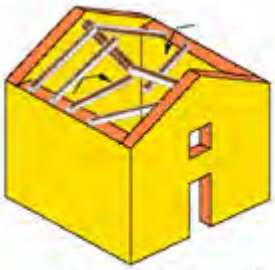


شکست درون صفحه‌ای
ناشی از برش



شکست یک دیوار دارای
عدم انسجام کافی

شکست کتیبه ساختمان



شکست خارج از
صفحه سقف

شکست گوشه به علت ترکیب
شکست های برشی و خمشی

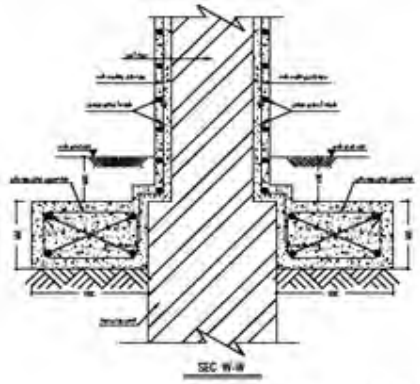
واژگونی و شکست
جزئی از دیوار

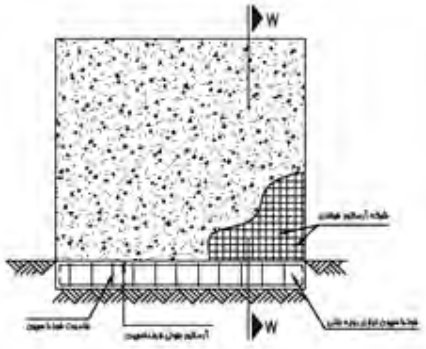
شکست خارج از صفحه
یک بخش نواری قائم

نقاط ضعف متداول در ساختمانهای آجری

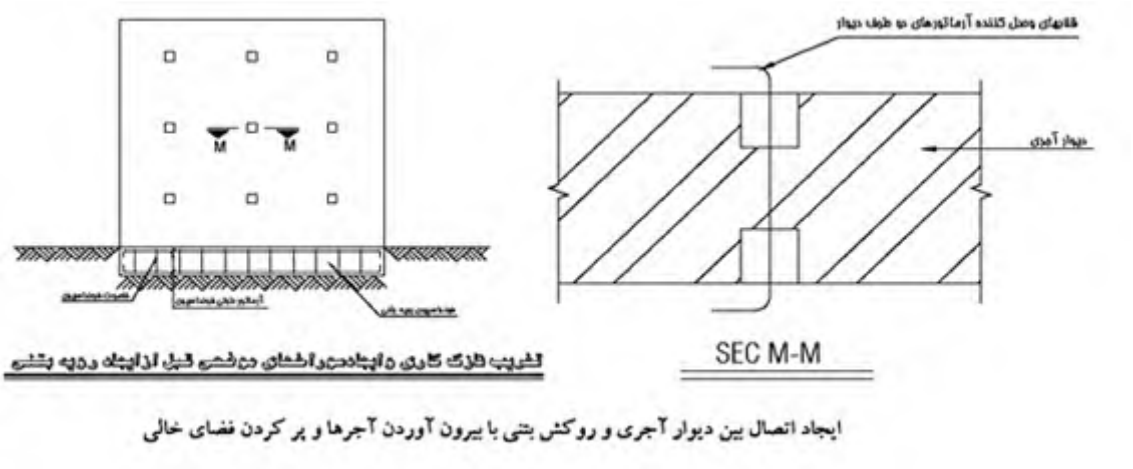
اجزا	نقاط ضعف ساختمانهای آجری غیر مسلح	
مصالح	۱- پایین بودن مقاومت و قدرت چسبندگی ملات	۲- پایین بودن کیفیت و مقاومت واحد های بنایی مانند سنگ، آجر، بلوک سیمانی
سیستم سازه ای ساختمان	۱- کامل نبودن مسیر بار ۳- ناتوانی ساختمان در حفظ انسجام هنگام ارتعاش ۵- نامنظمی در پلان ۷- عدم وجود پی مناسب	۲- کافی نبودن مقاومت برشی ساختمان ۴- عدم وجود سیستم مقاوم کمکی مانند کلاف ۶- نامنظمی در ارتفاع ۸- عدم وجود فاصله کافی با ساختمان
دیوارهای باربر	۱- نادرست چیدن واحد های بنایی ۳- زیاد بودن نسبت ارتفاع به ضخامت دیوار ۵- طول زیاد دیواره مهار نشده ۷- نزدیکی بازشوها به انتهای دیوار ۹- قرار داشتن تیرهای دال به صورت مستقیم بر روی دیوار ۱۱- عبور لوله و دودکش از درون دیوار	۲- خالی بودن درزهای قائم بین واحدهای بنایی از ملات ۴- ارتفاع زیاد دیوار ۶- تراکم دیوار به واسطه وجود بازشوهای بزرگ ۸- استفاده از روش هشت گیر در اجرای دیوارها ۱۰- عدم مهارت مناسب نیروی راش ناشی از سقفهای قوسی در بالای دیوارهای باربر
دال	۱- زیاد بودن وزن دال ۳- کافی نبودن طول تکیه گاهی تیرهای سقف ۵- بالا بودن نسبت طول دهانه به عرض دال	۲- عدم انسجام یکنواختی دال ۴- وجود بازشو در دال
اتصالات اعضای سازه ای	۱- نامناسب بودن اتصال بین دیوارهای متقاطع ۳- نامناسب بودن اتصال بین دیوارهای باربر و دال ها	۲- نامناسب بودن اتصال بین تیغه ها و دیوارهای باربر تیغه ها و دال ها
سیستم کمکی کلاف	۱- عدم استفاده از کلاف قائم و کلاف افقی در تراز پی ۳- ضعف مصالح بتنی کلاف ۵- اتصال در کلاف به واسطه اجرای بازشوهای بلند و یا وجود نیم طبقه	۲- کافی نبودن تعداد و فواصل کلافهاد ابعاد و میلگرد گذاری ۴- درگیر نبودن میلگردهای کلاف و کافی نبودن طول همپوشانی آنها در اتصالات ۶- اتصال در کلاف بواسطه عبور لوله و دود کش از آن
اعضای غیر سازه ای	۱- اتصال ضعف و نامناسب بین نما و دیوار ۳- عدم پایداری جان پناهها و دودکشها	۲- وزن زیاد و عدم کفایت لاغری و مقاومت

- **استفاده از روکش بتن مسلح**
- **استفاده از روکش بتنی و ستونکهای قائم**
- **پیش تنیده کردن دیوار به روش پس کشیدگی**
- **استفاده از مهاربند فولادی**
- **استفاده از نوارهای فولادی**





تقویت دیوار با روکش دو طرفه بتن مسلح



ایجاد اتصال بین دیوار آجری و روکش بتنی با بیرون آوردن آجرها و پر کردن فضای خالی

روشهاي مقاوم سازي سازه هاي بنايي

1-بتن پاشي

2- تزريق گروت يا اپوكسي

3- پركردن بازشوها و مسلح كردن بازشوه

4- تقويت اتصالات ، ديوار و ديافراگم

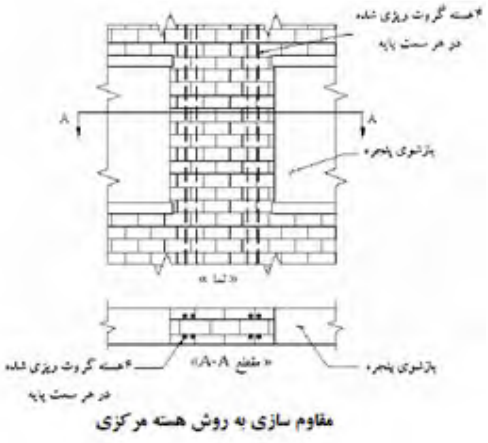
5- تسمه ها يا نوارهاي فولادي

6- اضافه كردن مهاربند

7- افزودن هسته هاي مركزي

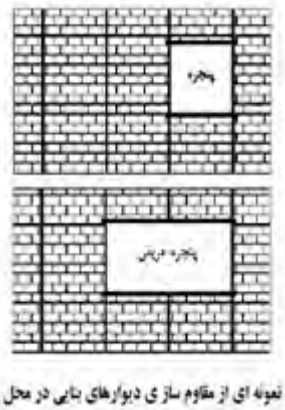
8- استفاده از فيبرهاي مسلح كننده پليمري

9- ايزولاسيون فونداسيون

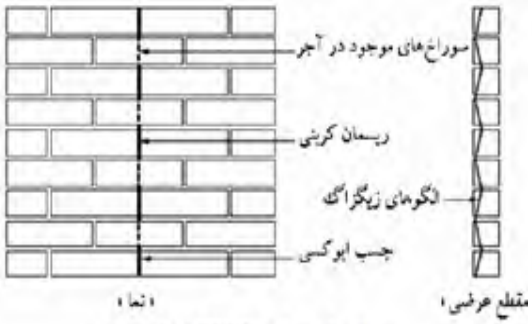


مقاوم سازی به روش هسته مرکزی

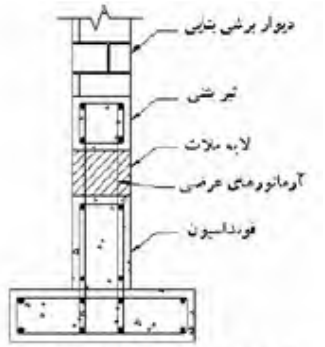
نحوه اتصال FRP به المان بنایی



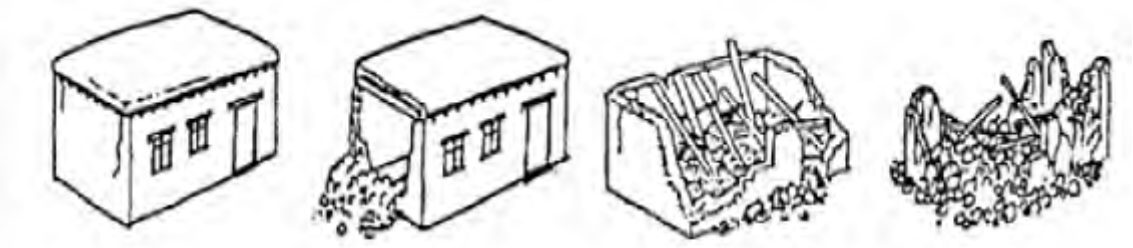
نمونه ای از مقاوم سازی دیوارهای بنایی در محل بازشو



روش مقاوم سازی CFCC نزدیک سطح

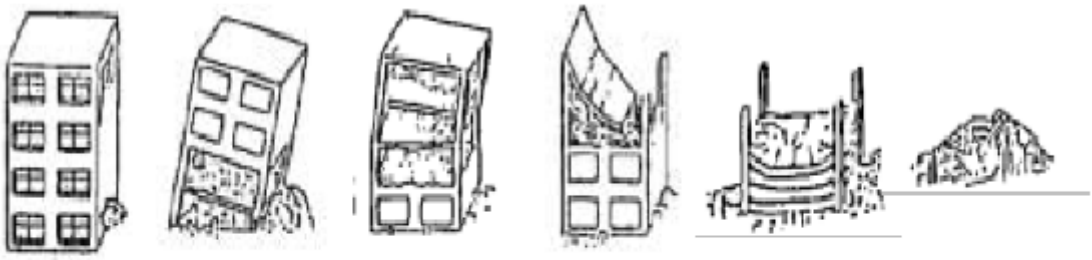


سیستم ایزوله سازی پی Reinforced Cut-Wall



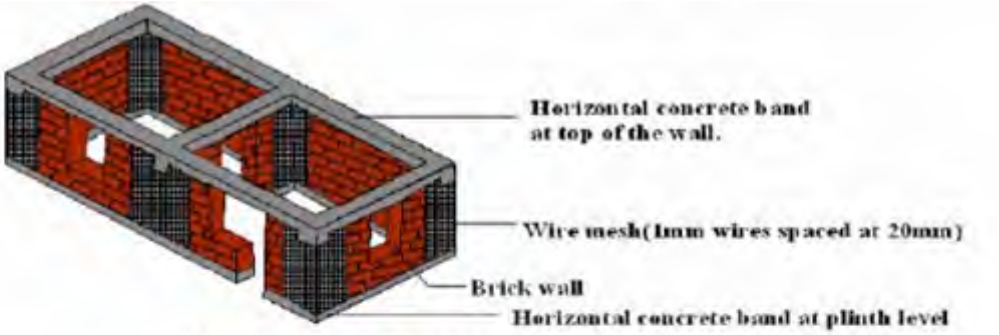
Cracks in walls Wall separation Roof collapse Multiple fractures

Typical damage pattern of unreinforced masonry buildings after Coburn (1986)



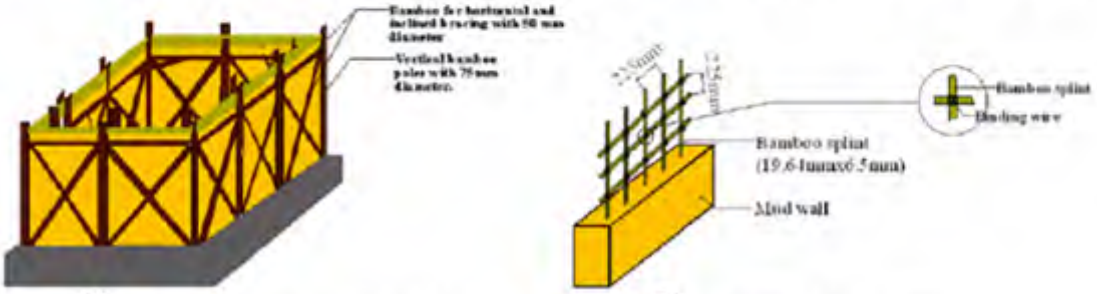
Fall of pieces Ground floor failure Mid-floor failure Upper floor failure Pancake collapse Multiple fractures

Typical damage pattern of reinforced concrete with moment-resting concrete frame buildings



Strengthening Techniques of Existing Masonry House

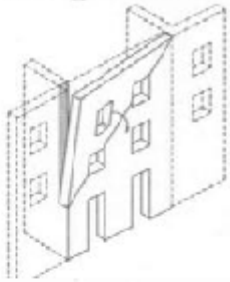
روشهای مقاوم سازی ساختمان مصالح بنایی از طریق اضافه کردن
شناژهای افقی بالا و پایین و مش سیمی در کنجها با چشمه 20 سانتیمتری



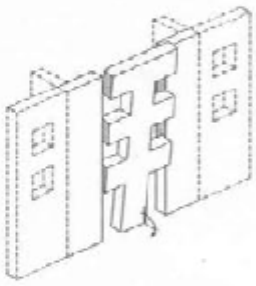
(a) (b)

Strengthening of Existing Mud House (b) Techniques for New Mud House

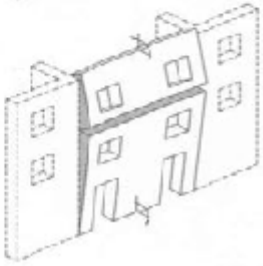
Mechanism type D: overturning of the façade with diagonal crack



Mechanism type E: overturning of the façade with cracks along the openingalignments

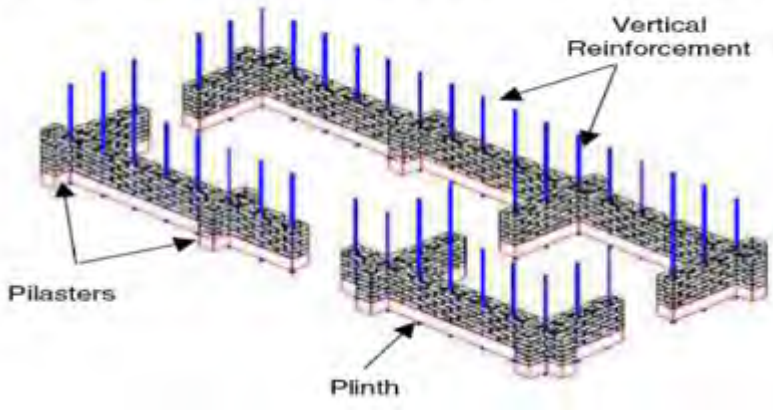


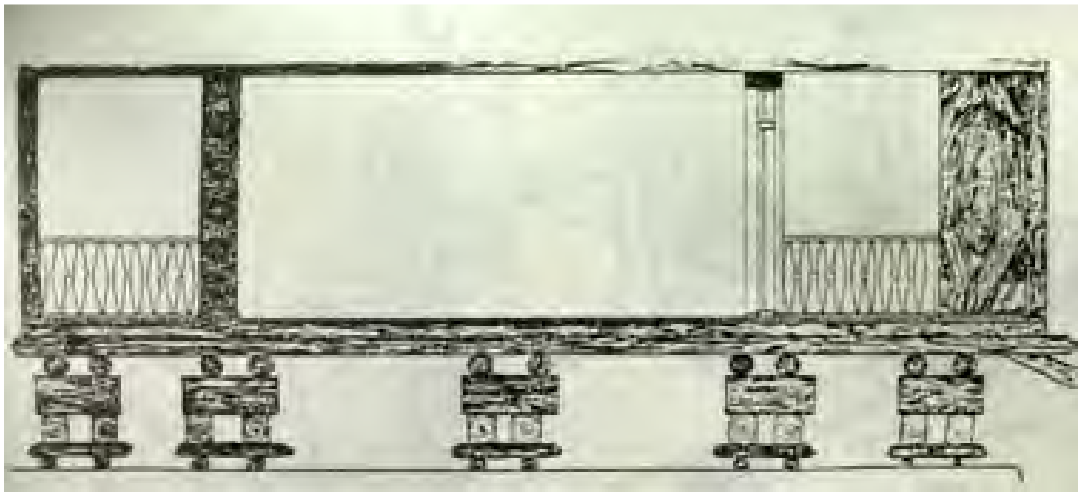
Mechanism type F: vertical arch effect associated with clockus at the tops of thefacade

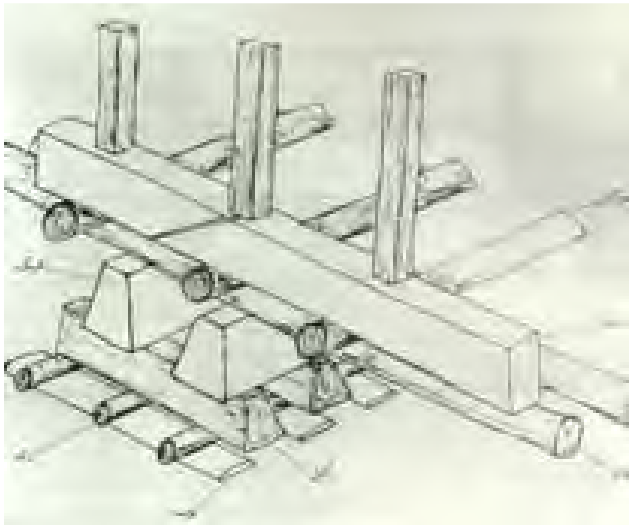


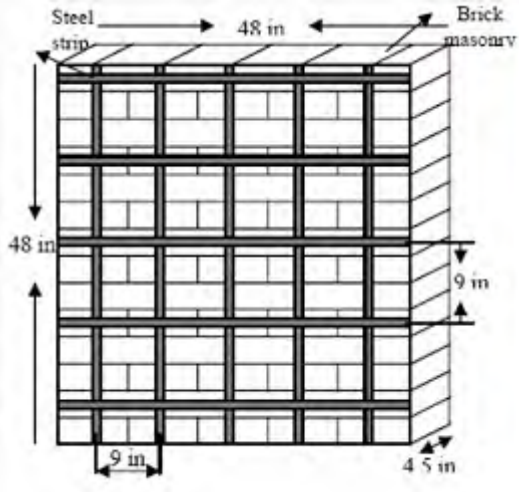
A few of the many mechanisms considered in the vulnerability analysis

روش مقاوم سازی ساختمان گلی با استفاده از مش و بادبند جوبی



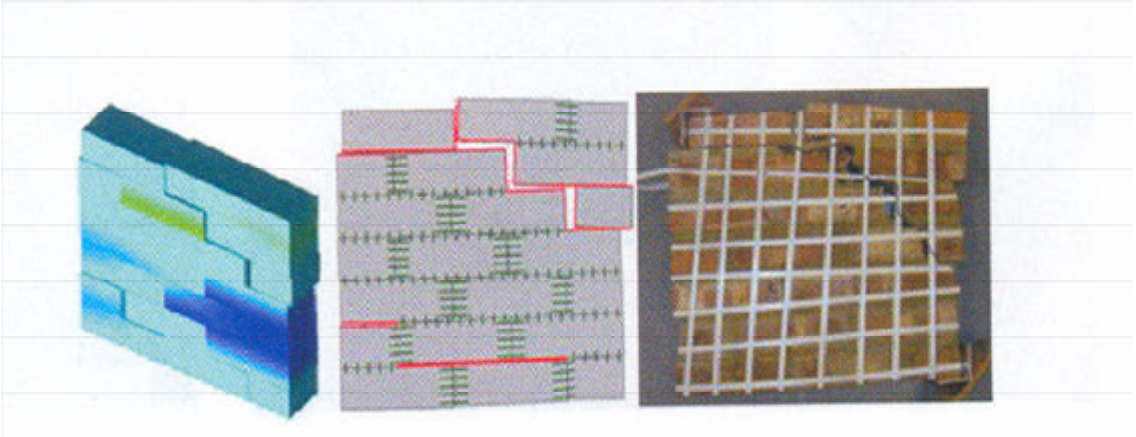


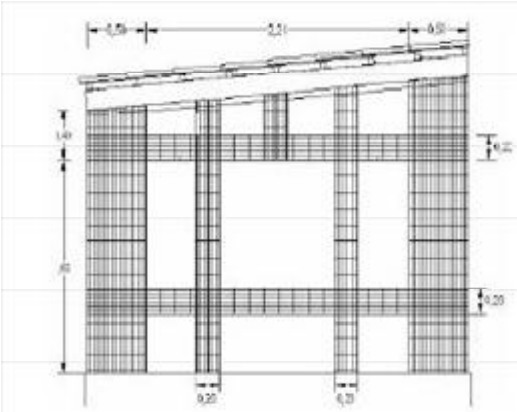




Fine steel mesh masonry panel

Provision Of Wooden Band For Retrofiting Of Mud House





تقویت دیوارآجری بانبشی

یکپارچه کردن سقف بادیوار

نمیه کلافهای قائم درساختمان

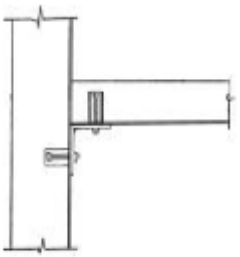
یکپارچه کردن سقف بااستفاده ازشبکه های فلزی

پر کردن بازشو

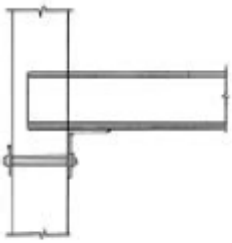
افزودن دیوارآجری به ساختما ن
برای بدست آوردن دیوارنسبی

نعیه روکش بتن مسلح دریک وجه یادووجه دیوار

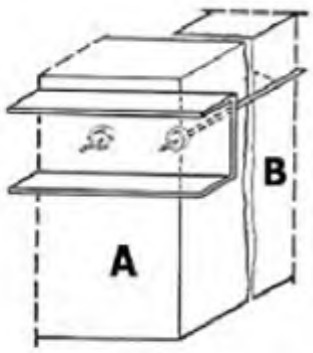
امتداد شناژهادرقسمت جانپناه



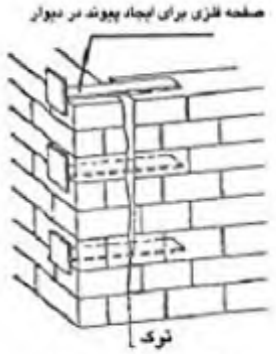
نمونه ای از میلگرد برشی



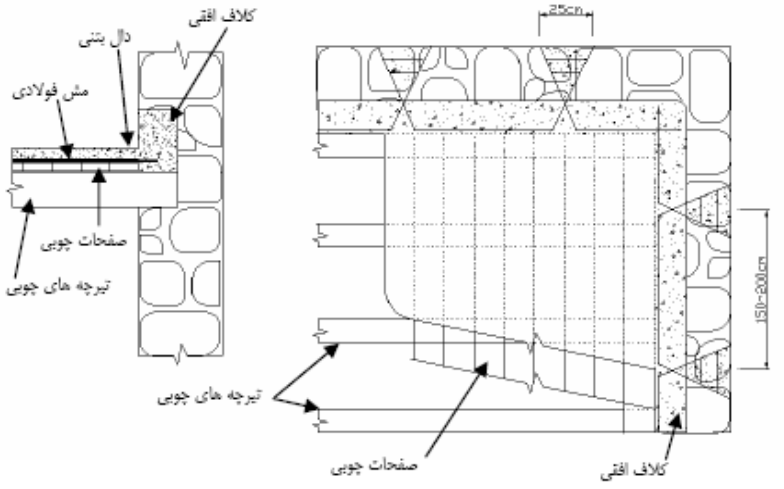
نمونه ای از میلگرد کششی



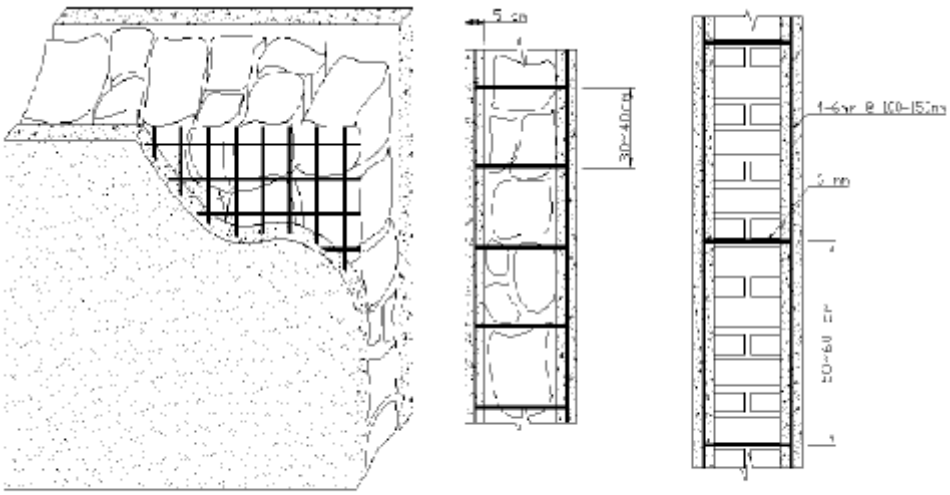
نصب میلگرد کلاف



ایجاد پیوند در دیوار بنایی



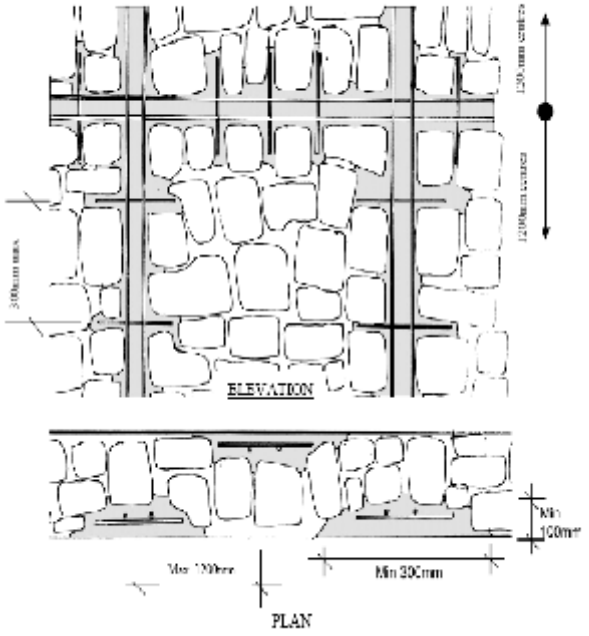
اجرای کلاف افقی بتن مسلح مقطع افقی



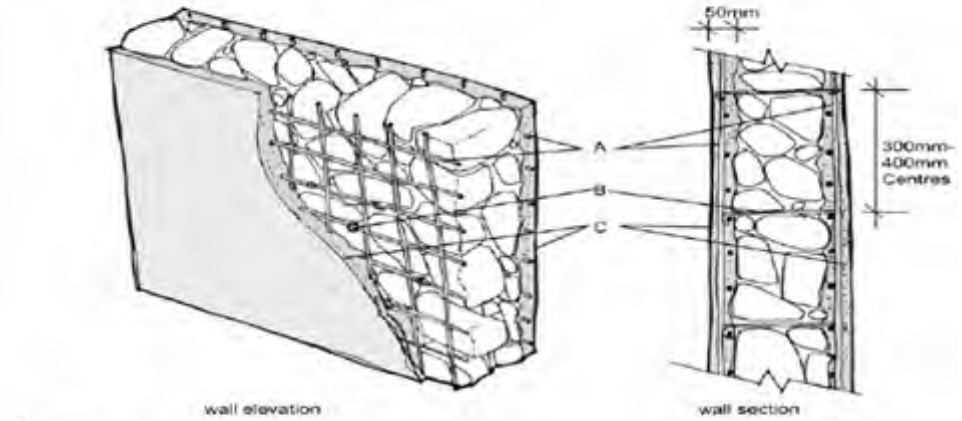
بهسازی و تقویت دیوار بنایی اجری با اندود سیمان

بهسازی و تقویت دیوار بنائی سنگی با اندود میدان دساح

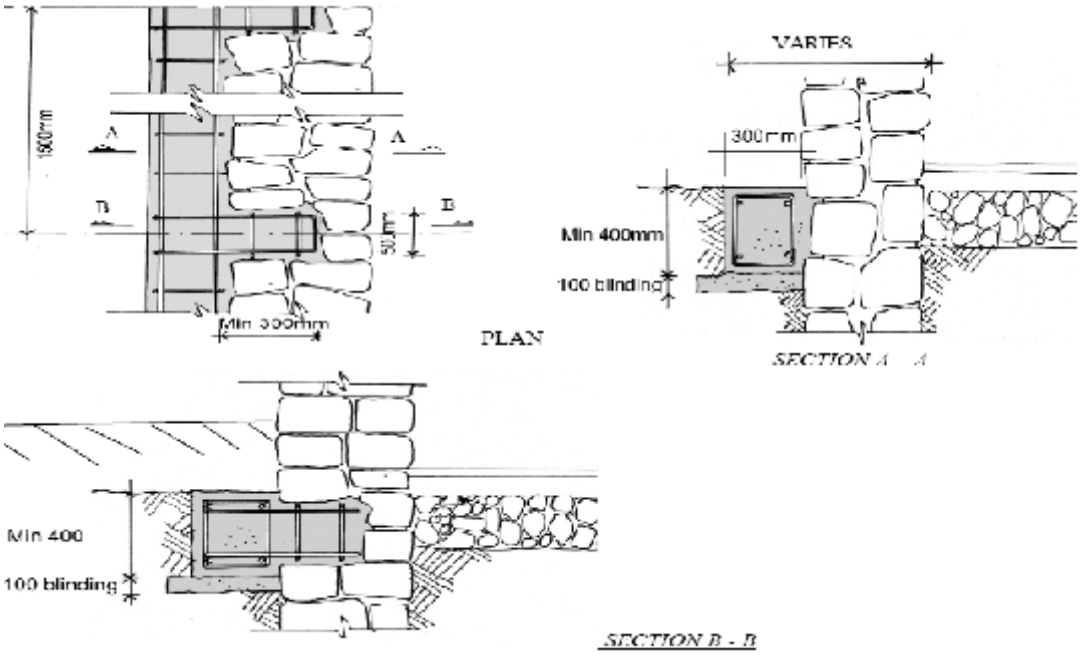
Reinforced Concrete Stitching belts

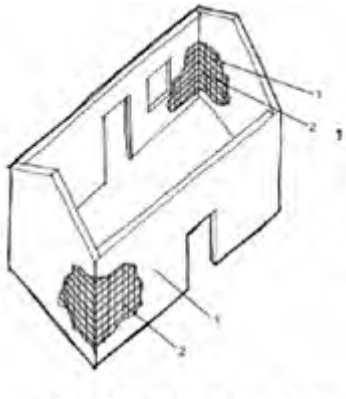


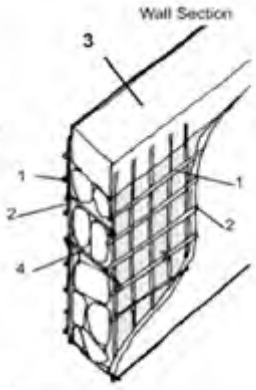
Using wire mesh/light reinforcement

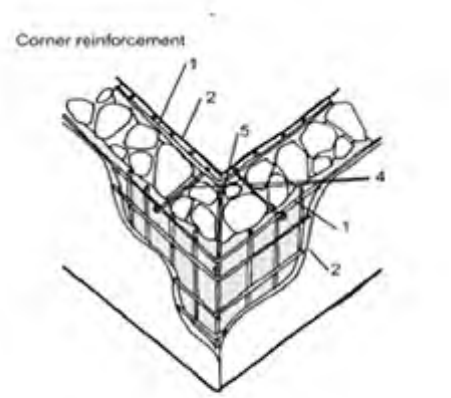


1. Wall to be cleaned and free of dust.
2. Cut away loose material to sound wall.
3. Galvanized steel wire mesh (minimum 2mm diameter). Minimum laps to be 300mm.
4. Tied together with steel through rods through the wall, at 300 – 400mm centres.
5. Two coat cement/sand render 25mm to 50mm thick.

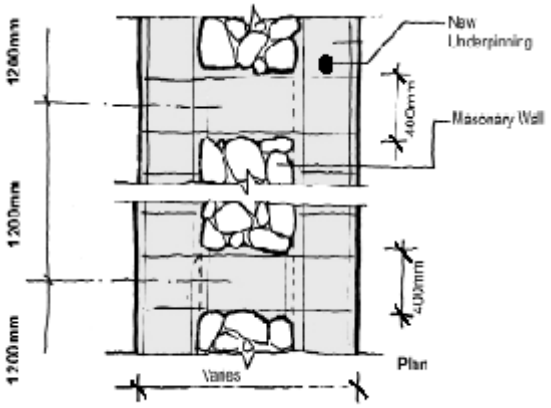


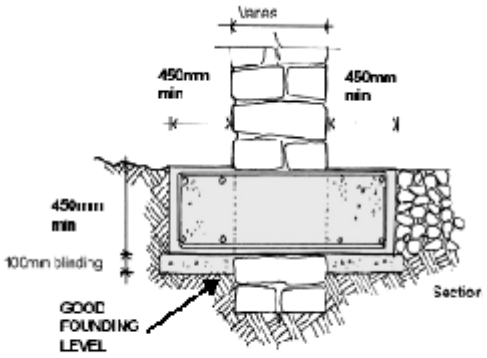






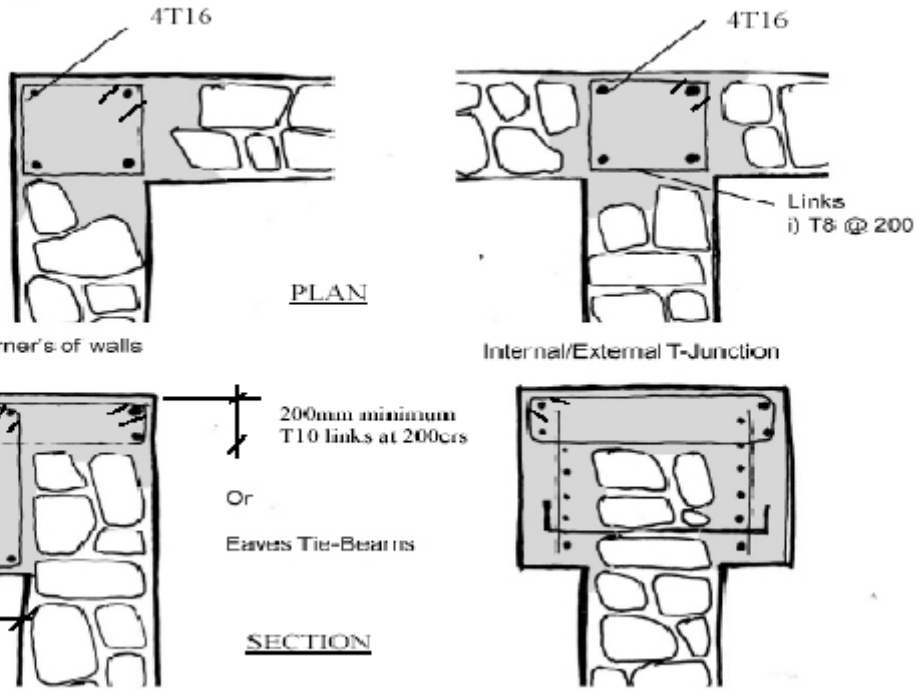
1. Welded wire mesh 50 x 50 mm
2. Mortar rendering
3. Concrete roof band
4. Cross ties 300 to 400mm apart
5. Corner bar diameter 8mm

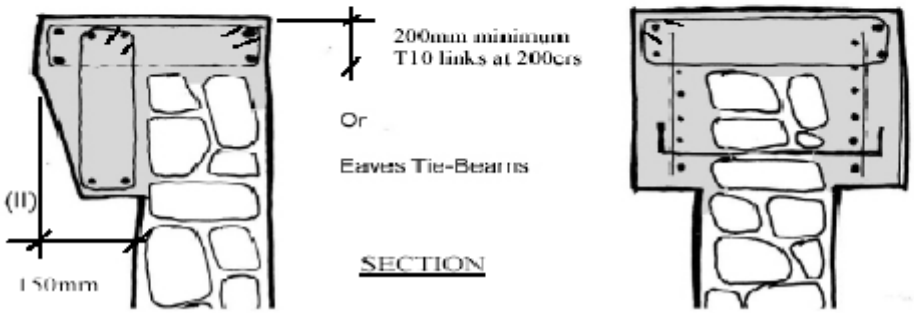


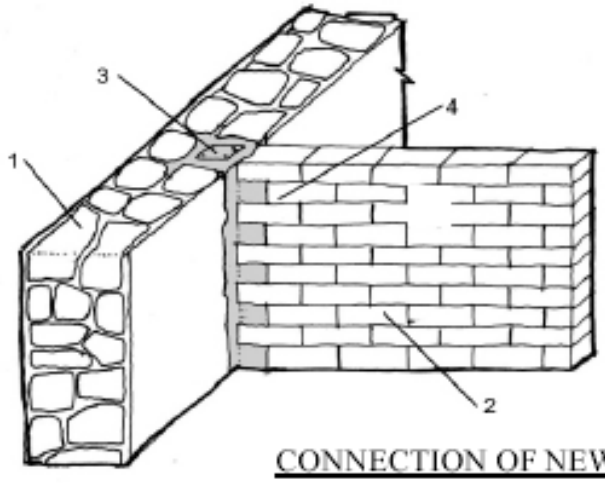


For 500mm typical wall thickness.

(I)

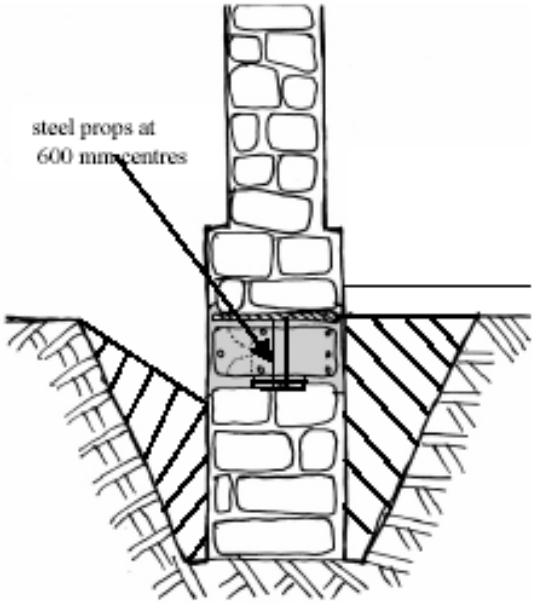




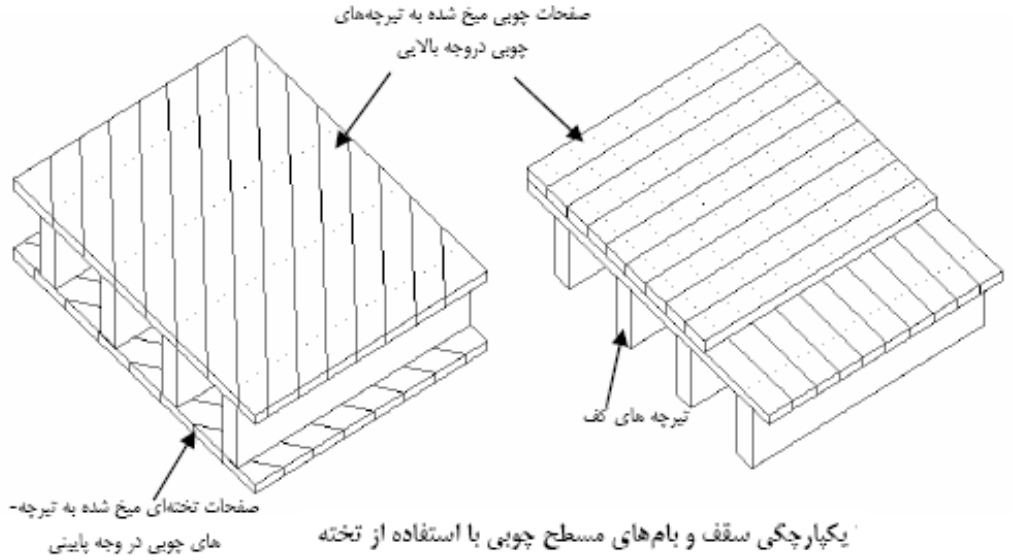


1. Existing old wall
2. New wall
3. Concrete column for bonding
4. Connecting ties of steel, every fourth course

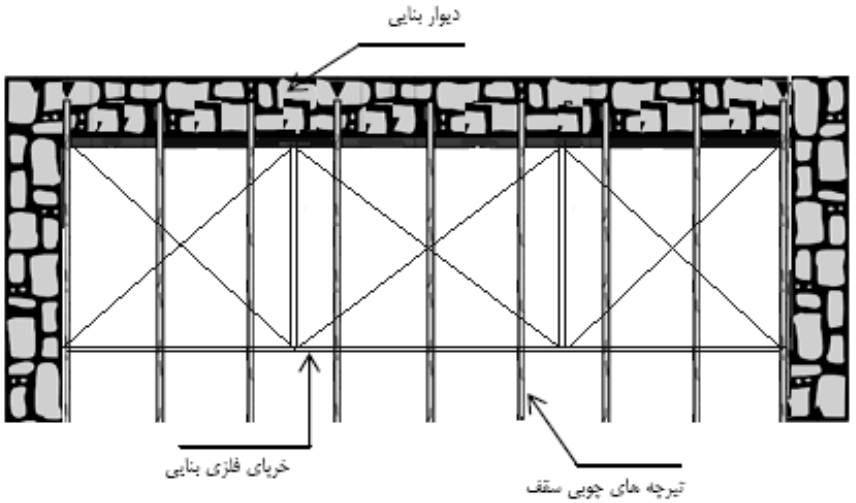
CONNECTION OF NEW TO EXISTING WALLS OR EXISTING TO EXISTING WALLS



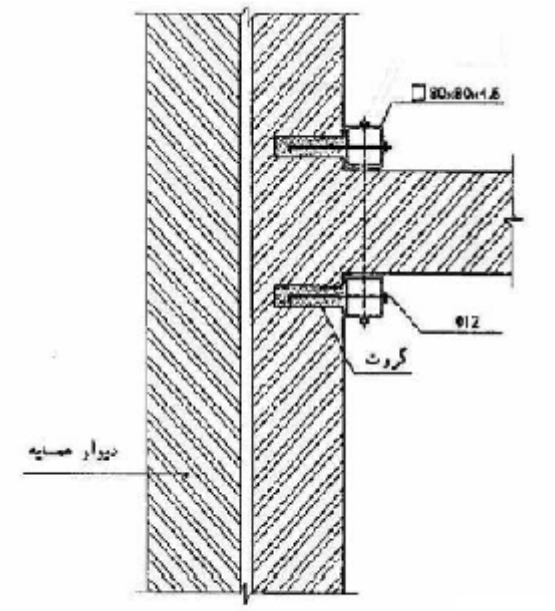
REINFORCED CONCRETE PLINTH AT GROUND LEVEL



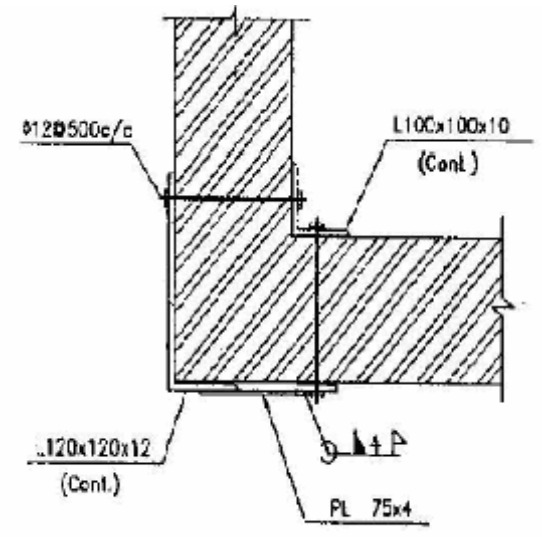
یکپارچگی سقف و بام‌های مسطح چوبی با استفاده از تخته



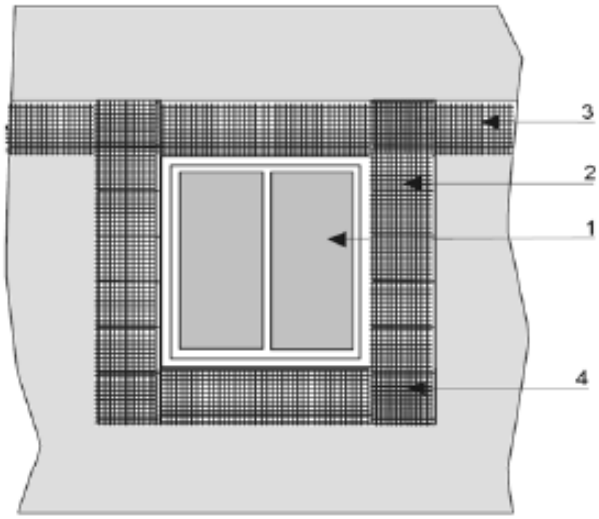
تأمین یکپارچگی سقف با استفاده از خرپاهای افقی



اجرای کلاف قائم با پروفیل تو خالی در تقاطع دیوار

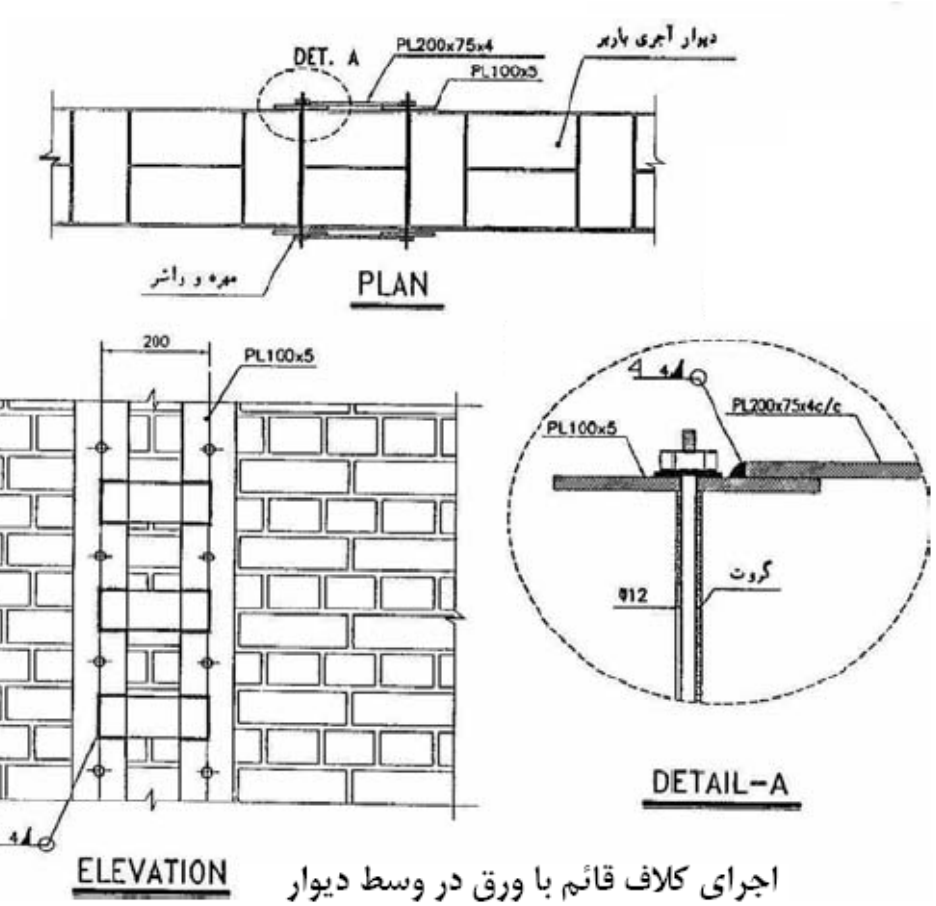


اجرای کلاف قائم با نبشی در گوشه دیوار

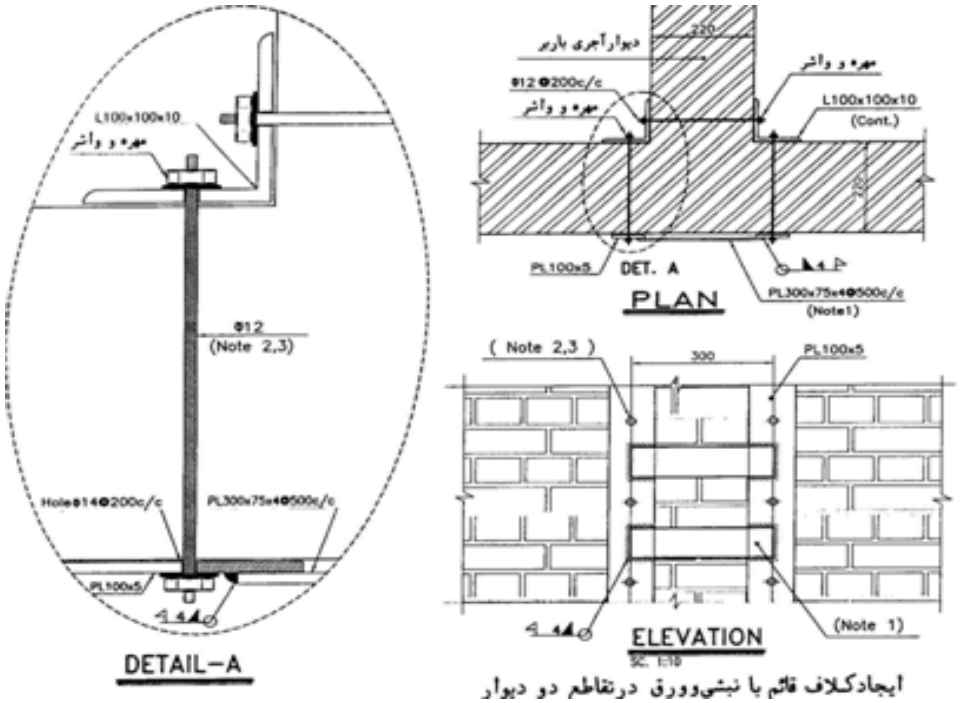


۱- پنجره
۲- مش فرو سیمان
۳- نوار لرزه‌ای
۴- همپوشانی شبکه

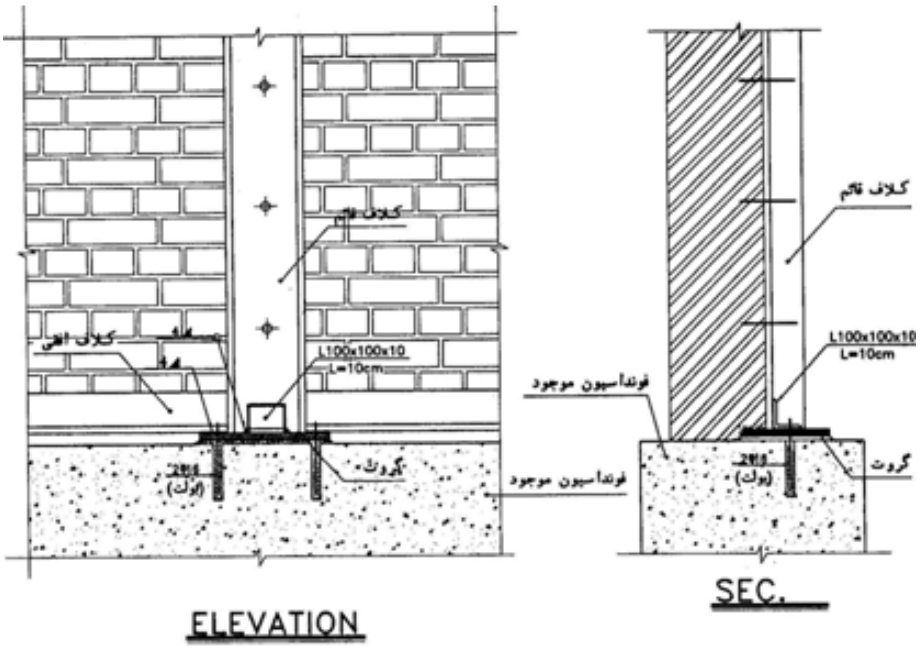
تعبیه نوار لرزه‌ای در اطراف درها و پنجره‌ها



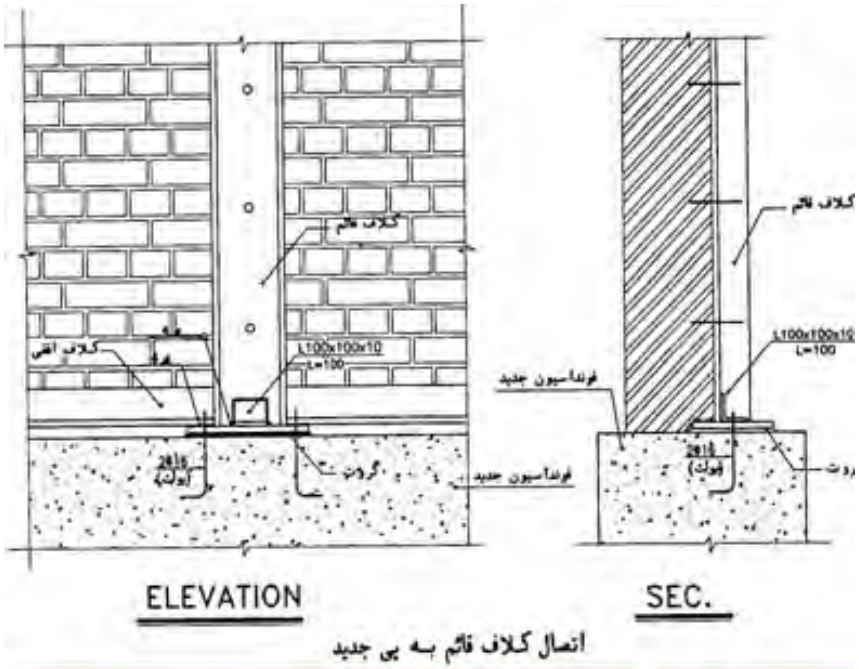
اجرای کلاف قائم با ورق در وسط دیوار



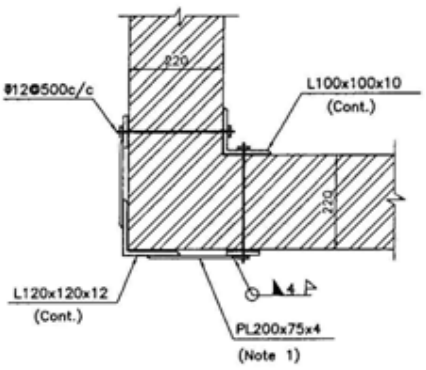
ایجادکلاف قائم با نبشی‌وورق درتقاطع دو دیوار



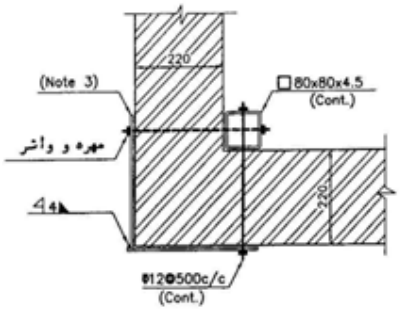
اتصال کلاف قائم به پی موجود



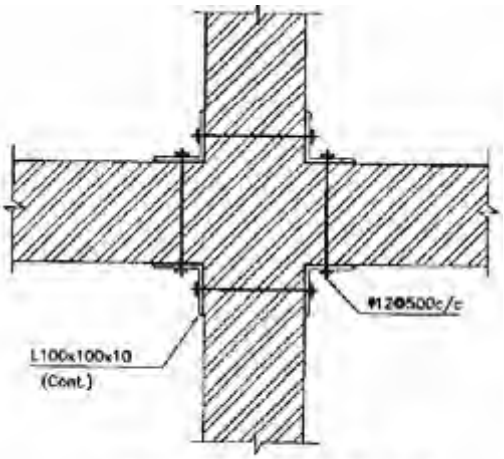
اتصال کلاف قائم به پی جدید



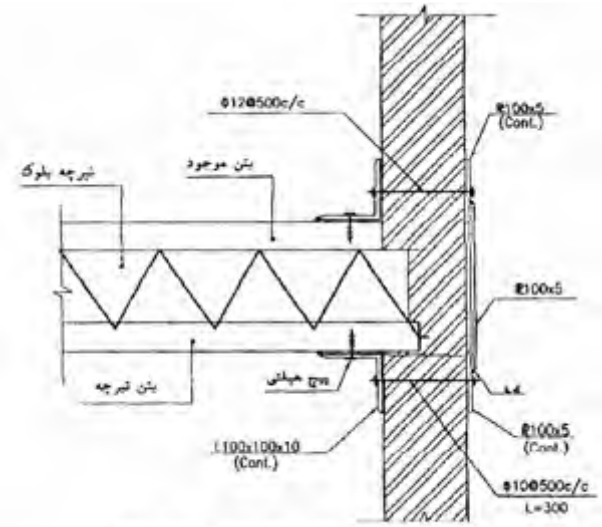
ایجادکلاف قائم با پروفیل نورد درگوشه دیوار



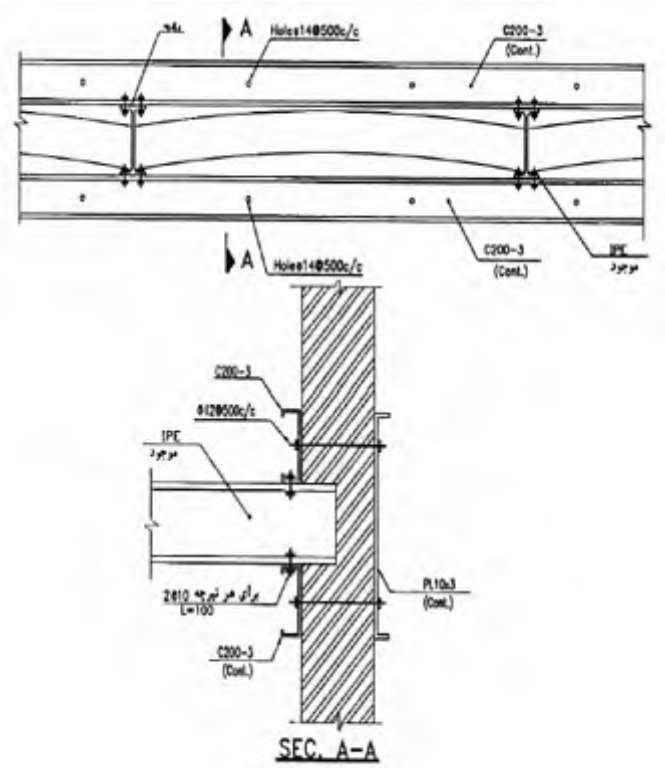
ایجادکلاف قائم با پروفیل سرد درگوشه دیوار



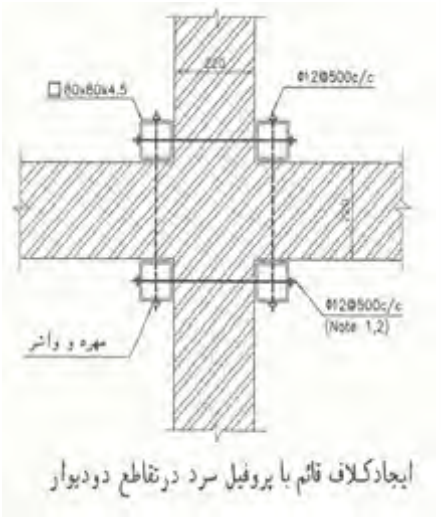
اجرای کلاف قائم با نبشی در تقاطع دیوار



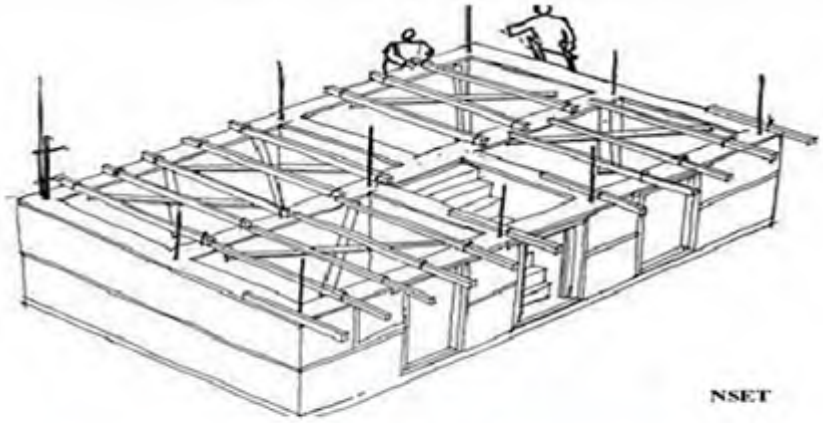
اجرای کلاف افقی با نبشی در سقف تیرچه بلوک



اجرای کلاف افقی با پروفیل سرد

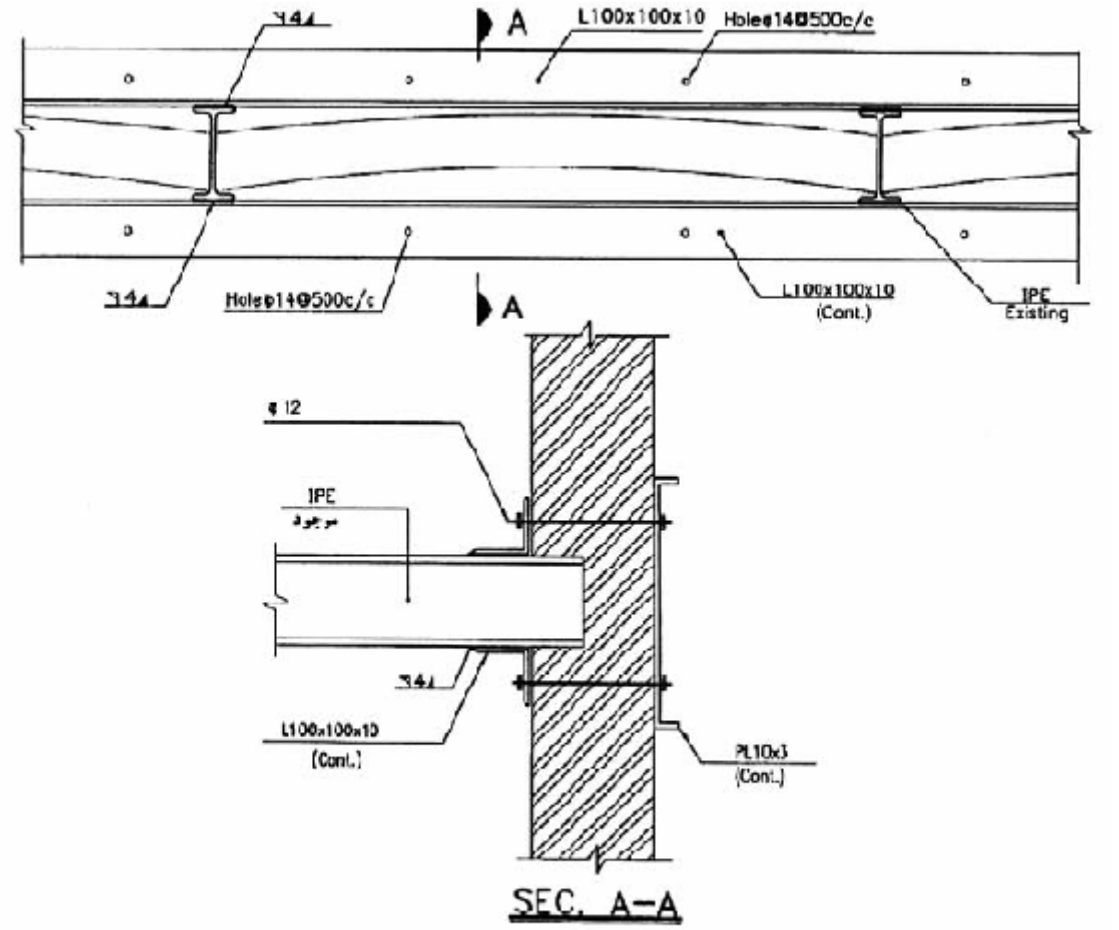


ایجادکلاف قائم با پروفیل سرد درتقاطع دودیوار

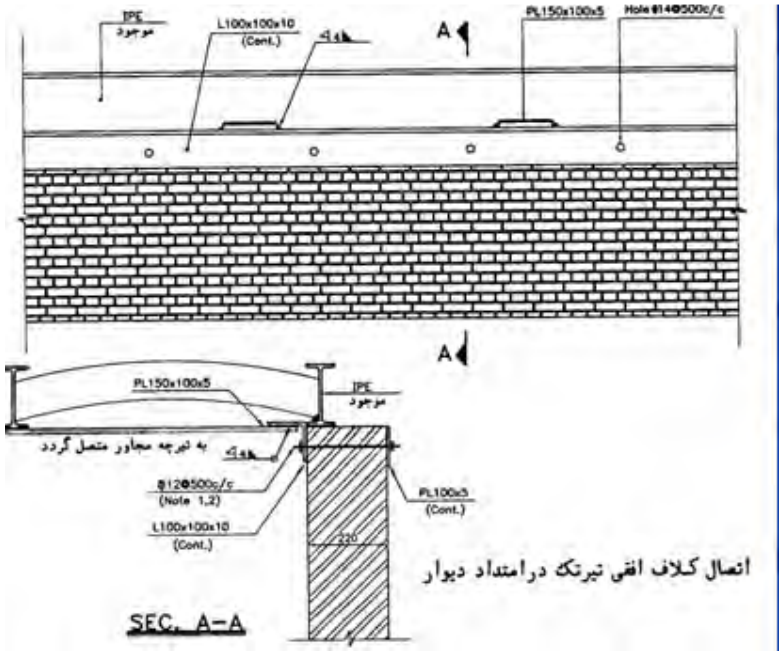


مهاربندی سقف

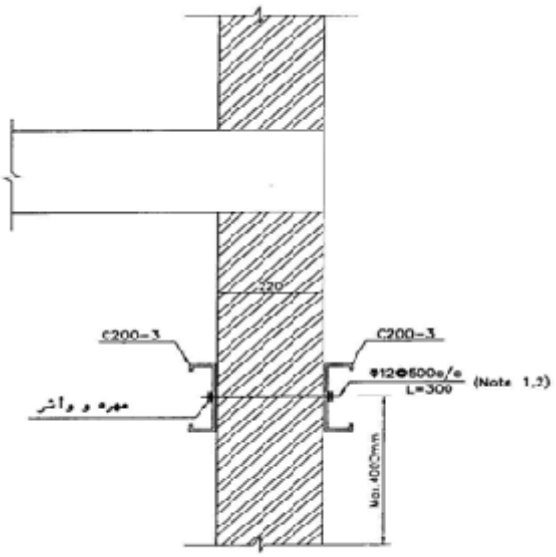
دیوار و سقف دارای پشت بند ومهار



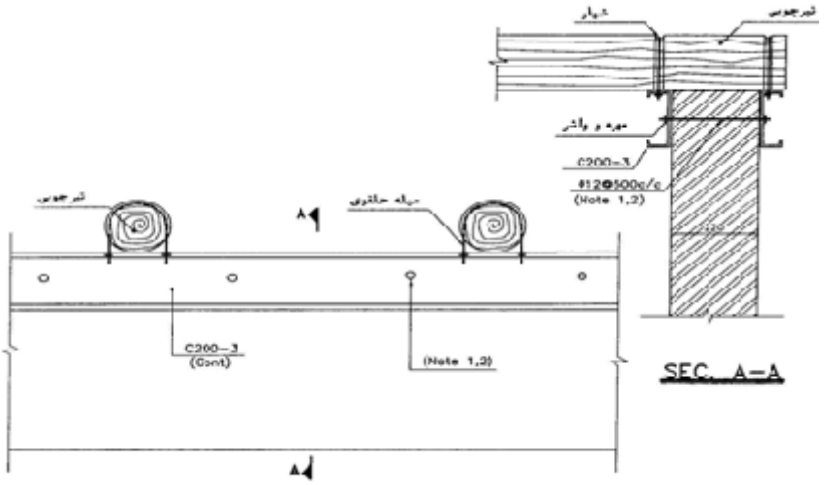
اجرای کلاف افقی با نبشی در سقف طاق ضربی



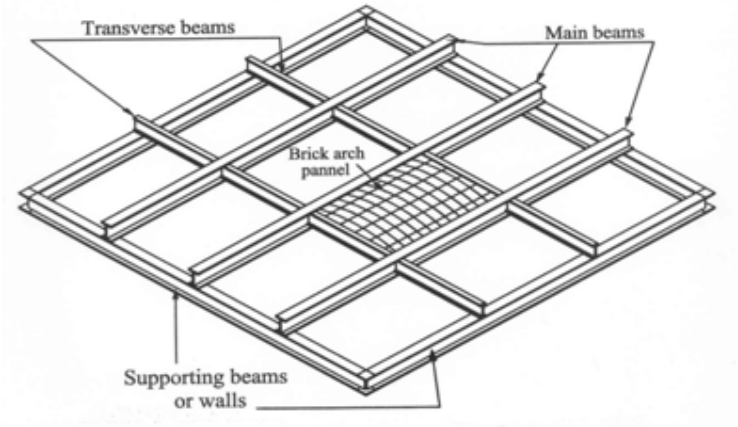
اتصال کلاف افقی تیرتک درامتداد دیوار

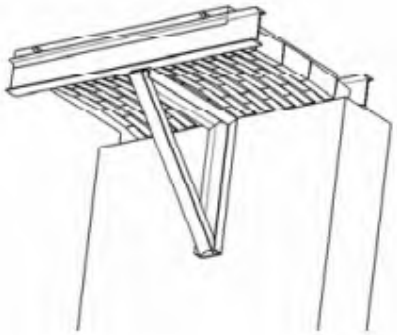


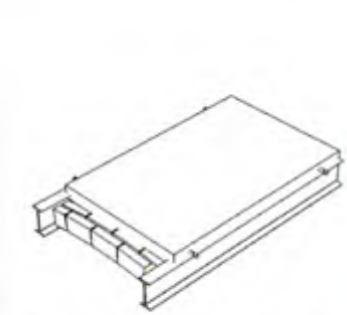
ایجادکلاف افقی دروسط دیوار

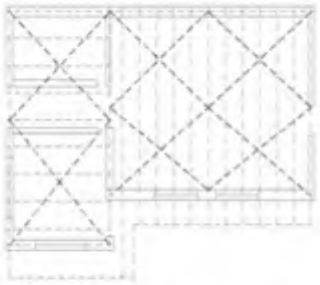


ایجاد کلاف افقی درتراز سقف و اتصال باتیرچه‌های چوبی

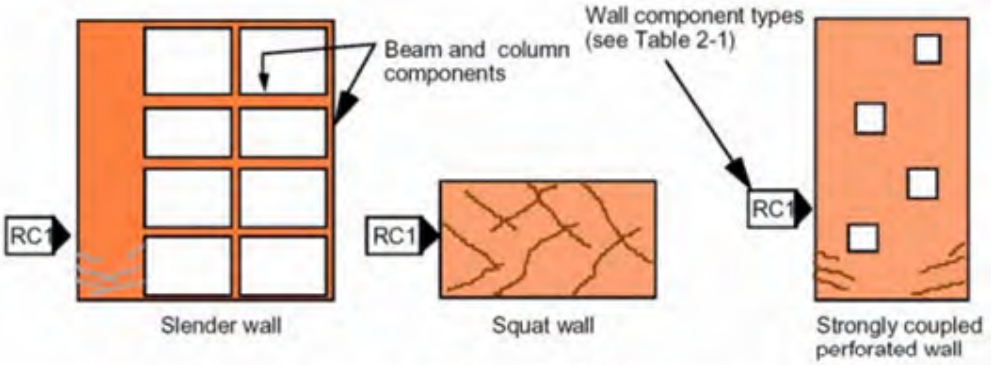




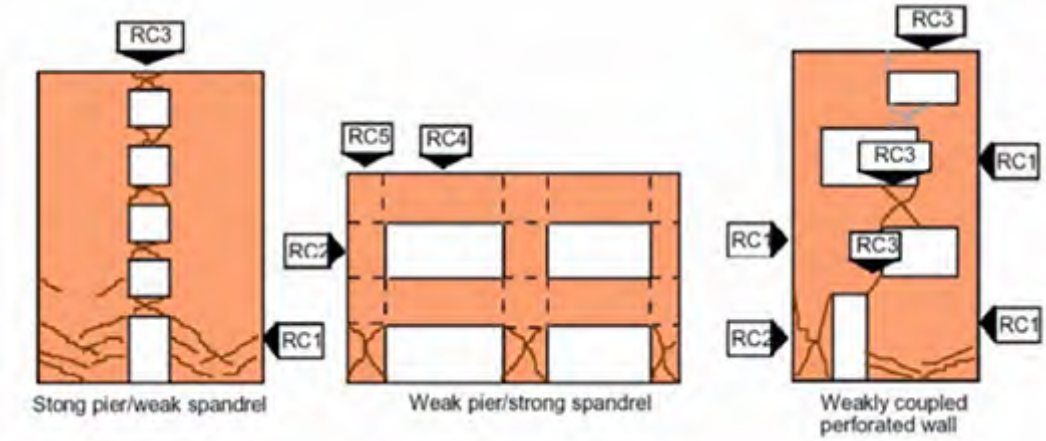


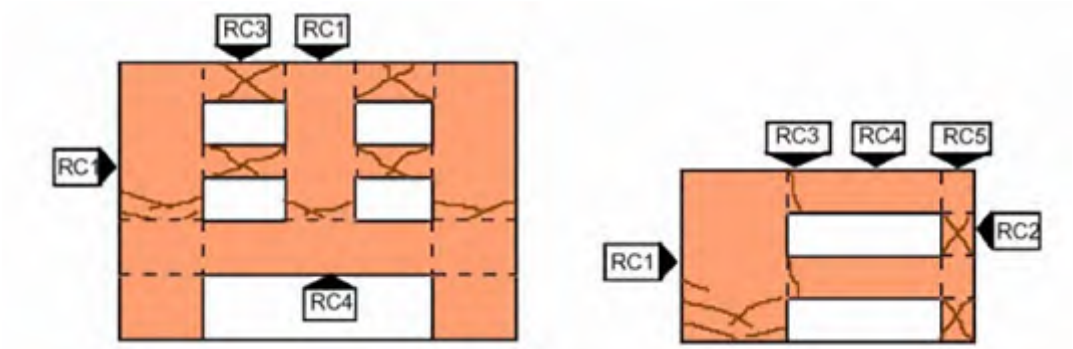


اجرای دال بتنی به منظور یکپارچگی سقف افزایش انسجام سقف توسط مهاربند ضربدری از زیر سقف اجرای پشت بند



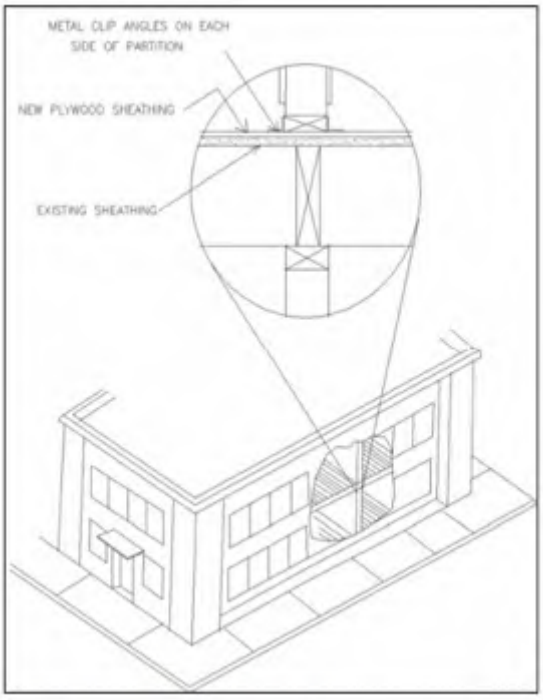
Cantilever Wall Mechanisms



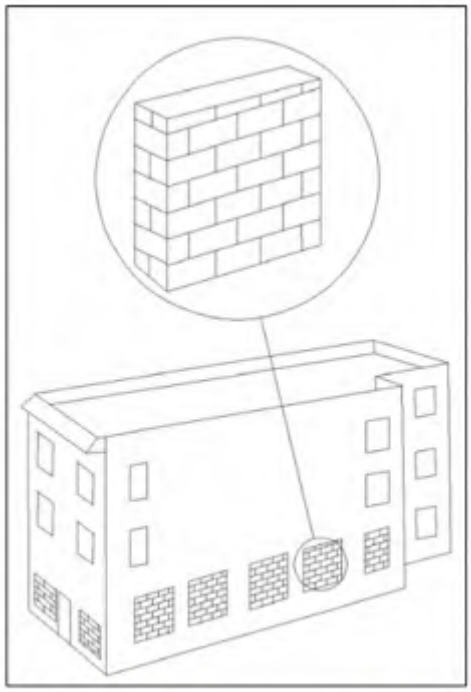


Mixed Mechanisms

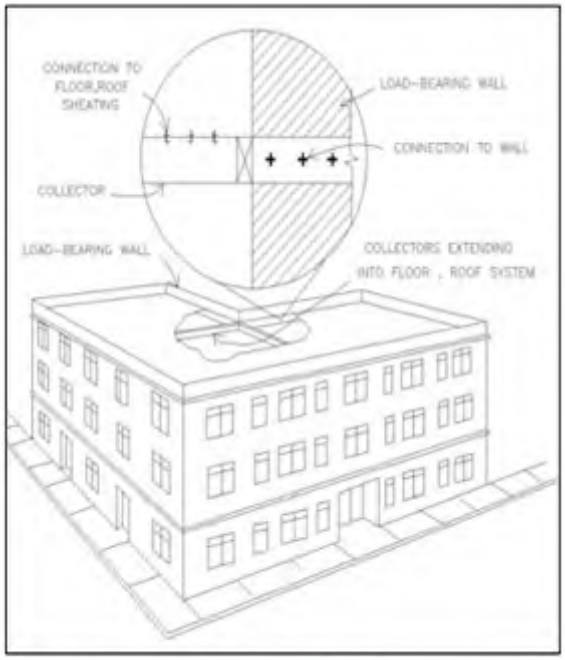
Wall mechanisms and components



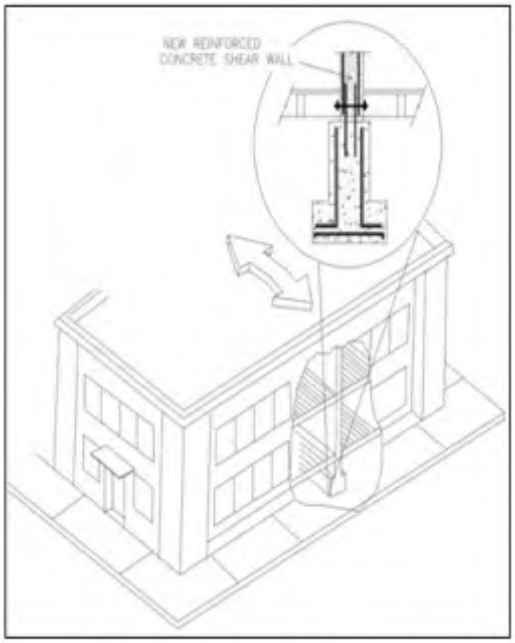
Protect walls by stiffening floors openings



Increase lateral support by infilling

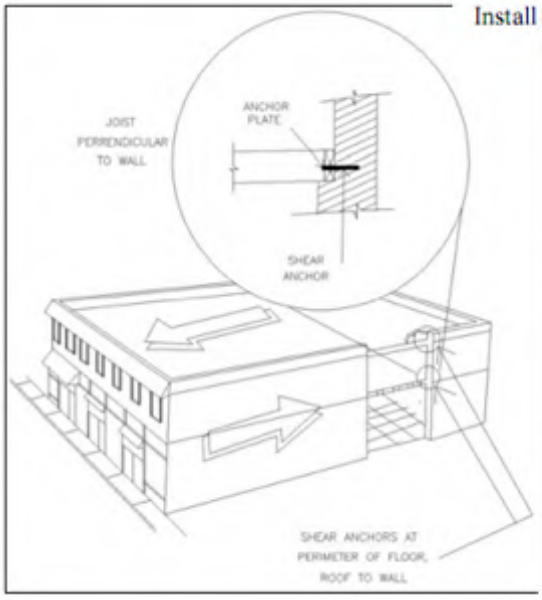


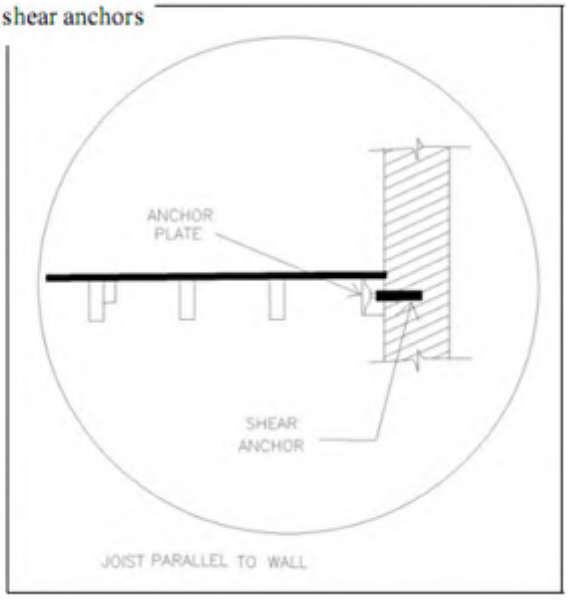
Add collectors to strengthen floors/roofs

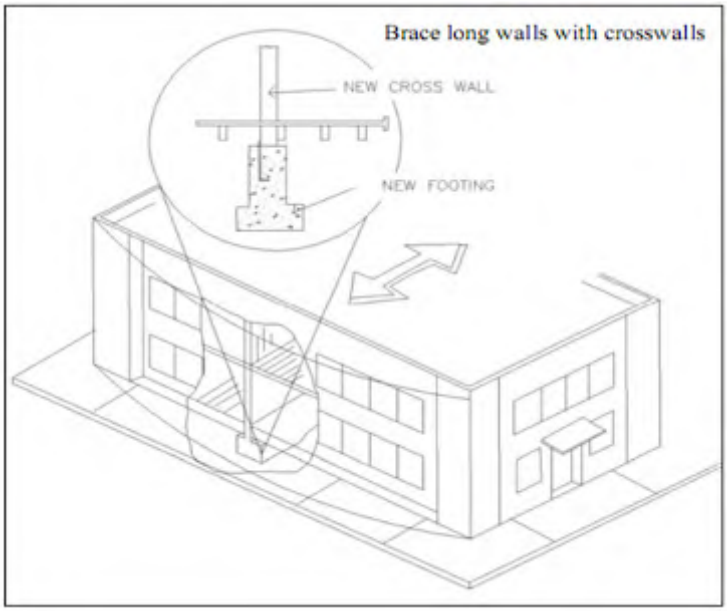


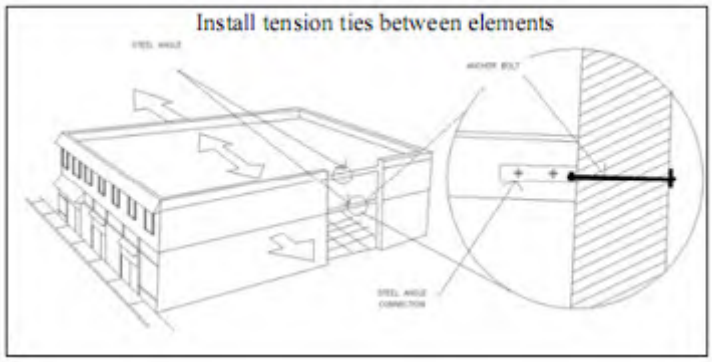
Reinforce building using shear walls

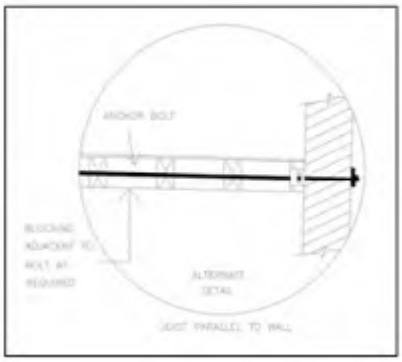
Install shear anchors

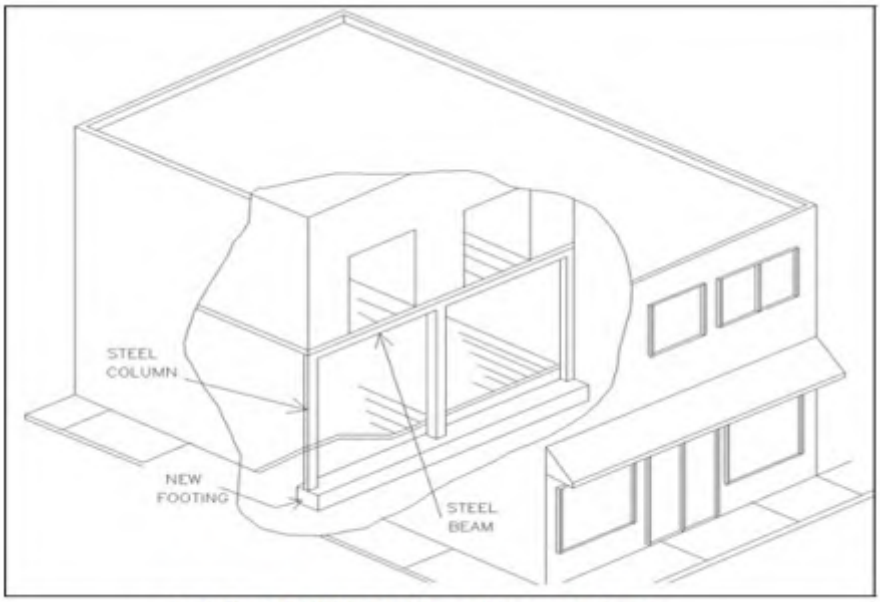




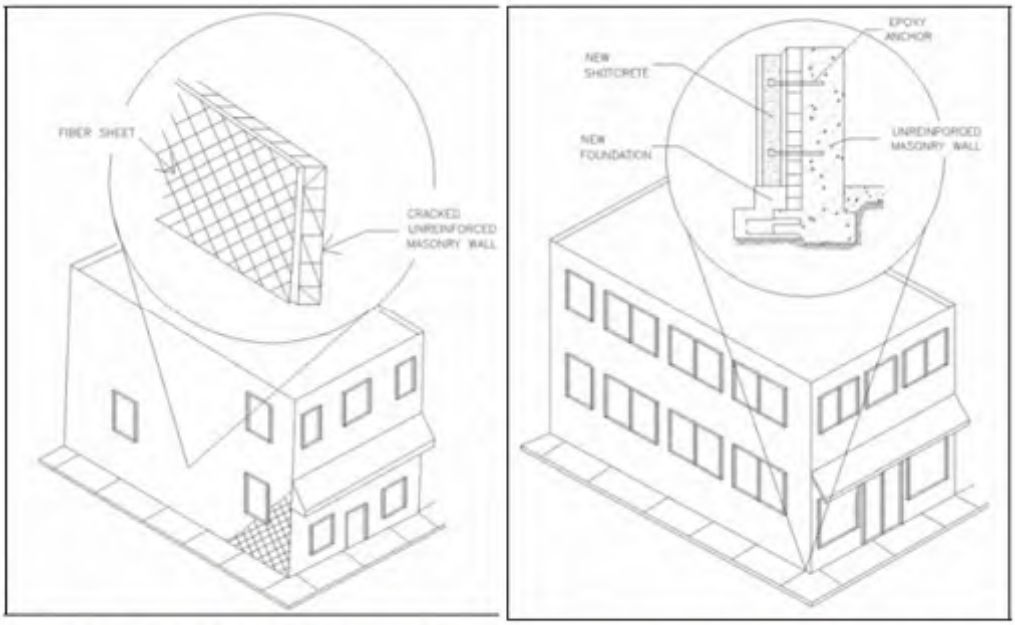






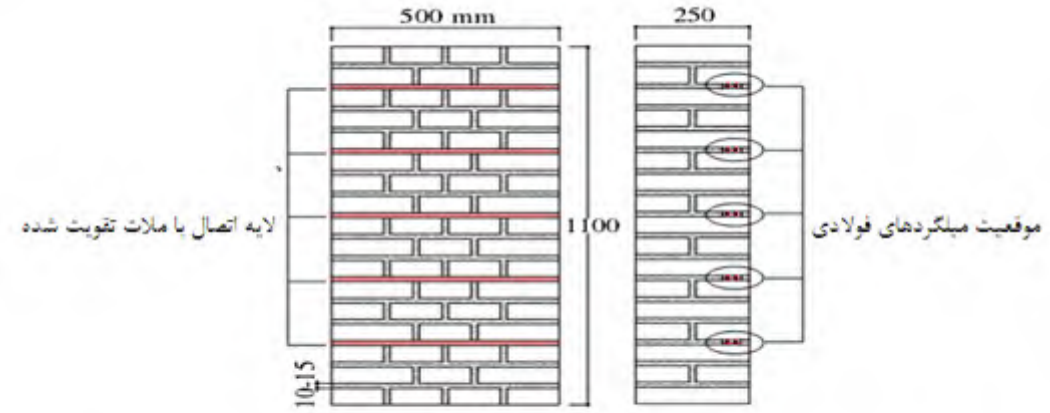


Reinforce building with steel moment frames

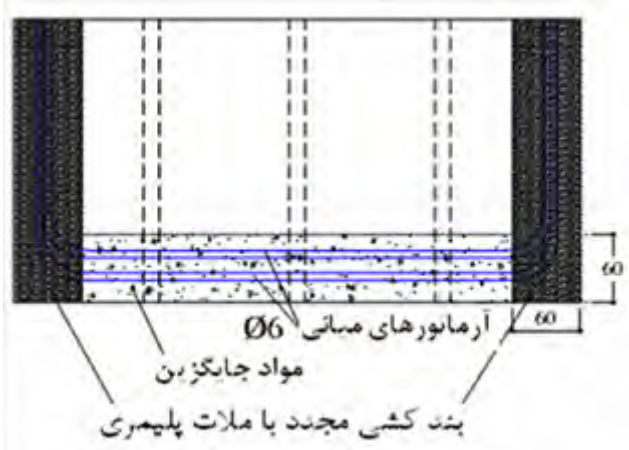


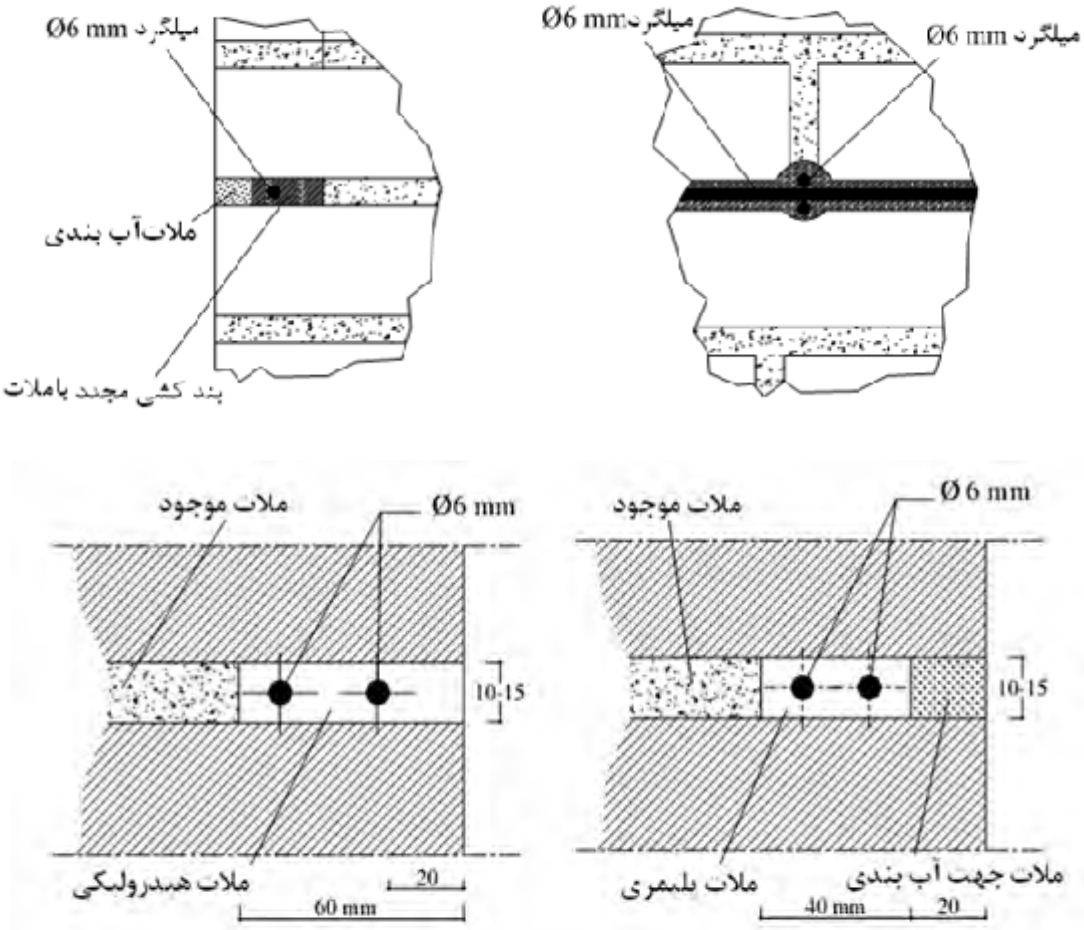
Reinforce walls with fiber materials

Reinforce walls with shotcrete

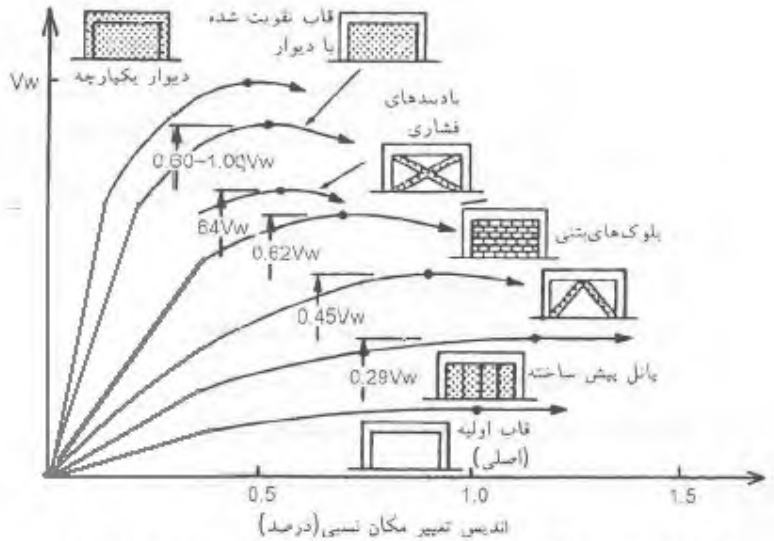


نمای شماتیک یک دیوار بنای تاریخی که چگونگی قرار گیری میلگردها و ملات بند کشی مجدد را نشان می دهد.

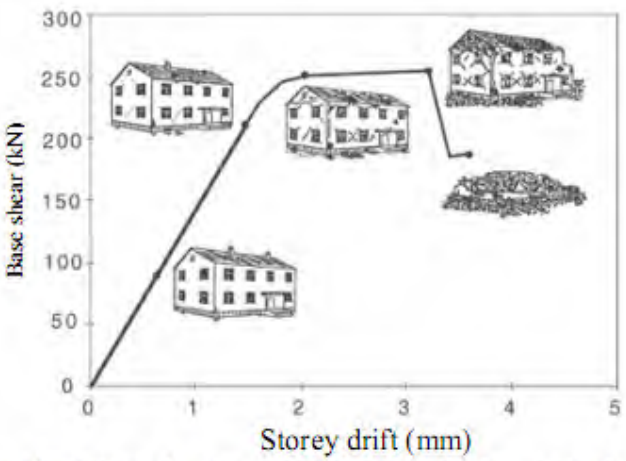




جزییات لایه اتصال تقویت شده و انواع ملاتهای استفاده شده



رابطه بار- تغییر مکان نسبی برای قاب‌های مقاوم شده با روش‌های مختلف



نمونه منحنی پوش اور حاصل از آزمایش برای یک ساختمان آجری

منابع

1- ايمان الياسيان، تكنيكهاي مقاوم سازي و بهسازي سازه ، انتشارات سازمان عمران ، انجمن مقاوم سازي ايران، 1389

2- مبحث هشتم مقررات ملي ساختمان،طرح واجراي ساختمانهاي با مصالح بنايي، دفتر تدوين و ترويج مقرارت ملي ساختمان؛1384

3- احمد رضا جعفريٍ ، دوره آموزشي مبحث هشتم (سازه هاي با مصالح بنايي)

4-Marcial Blondet, Construction and Maintenance of Masonry Houses for Masons and Craftsmen, EERI , Peru University, January 2005

5-Richard E. Klinger, Masonry Structural Design, MC Graw Hill ,1976

6- عباسعلي تسنيمي ، دوره آموزشي ضوابط ساختمانهاي با مصالح بنايي نامسلح 13 تا 15 ديماه 1383 ، مركز تحقيقات ساختمان و مسكن

7- فرهاد بهنام فر، محمدرضا ماهري، دوره آموزشي مقاوم سازي سازه هاي بنايي، 5 الي 7 نير 1386 ، مركز تحقيقات ساختمان و مسكن

8- شاپور طاحوني، آرش نيري ، طراحي ساختمانهاي مصالح بنايي، انتشارات علم و ادب ، 1383

9- فصل سوم آيين نامه 2800 ، ويرايش سوم ، نشريه 253،مركز تحقيقات ساختمان و مسكن 1384

10- حسن مقدم، طراحي لرزه اي ساختمانهاي آجري، انتشارات دانشگاه صنعتي شريف 1377

11- آيين نامه طراحي ساختمانهاي آجري مسلح و نامسلح، نشريه 449 ،مركز تحقيقات ساختمان و مسكن 1387

12- نشريه 55 مضاخصات فني و عمومي كارهاي ساختماني، سازمان مديريت و برنامه ريزي، معاونت فني، دفتر تذوين ضوابط و معيارهاي فني 1383

13- راهنماي كاربردي دستورالعمل بهسازي لرزه اي ساختمانهاي موجود، ساختمانهاي فولادي،بتني و مصالح بنايي نشريه 363 معاونت برنامه ريزي و نظارت راهبردي،دفتر امور فني

14-علي كريمي،حسين ميسمي، ايمان الياسيان،استفاده از FRP در سازه هاي بنايي، انتشارات سازمان عمران، 1389

15- دستورالعمل تحليل آسيب پذيري و بهسازي لرزه اي ساختمانهاي بنايي غير مسلح موجود، وزارت مسكن و شهر سازي، معاونت امور مسكن وساختمان،دفتر تدوين و ترويج مقرارت ملي ساختمان 1385

16- دستورالعمل بهسازي ساختمانهاي موجود، سازمانمديريت و برنامه ريزي، پژوهشگاه بين المللي زلزله شناسي و مهندسي زلزله 1381

17- حسن مقدم،سازه هاي آجري، دوره آموزش ضعف و اشكالات اجرايي ساختمانهاي در حال ساخت 29 و30 دي 1382

18- محمدرضا تابش پور،بررسي ضوابط ساده طراحي ساختمانهاي بنايي(آجري،خستي وسنگي) ،پنجيم كنفرانس بين المللي زلزله شناسي و مهندسي زلزله،ارديبهشت 1386

19- محمدرضا تابش پور، مصالعه آسيب پذيري لرزه اي و مقاوم سازي سازه هاي آجري غير مسلح، اولين همايش بين المللي مقاوم سازي لرزه اي،ارديبهشت 1385 ،دانشگاه اميركبير

20-M.R.Tabeshpour, Failure Modes and Seismic Strengthening Methods of Masonry Structures,1th International Congress of Seismic Retrofit, may 2006,Amir Kabir university, Tehran